

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA DETERMINACIÓN DE  
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL RIO QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE  
SANTANDER CAUCA

ESTUDIANTES:

DORYS ROCIO VALLEJOS MARTINEZ

MARTHA LORENA PEÑA CARACAS

OPCIÓN DE GRADO:

PROYECTO APLICADO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA A DISTANCIA UNAD

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

PALMIRA VALLE

SEPTIEMBRE DE 2018

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA DETERMINACIÓN DE  
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EN EL RIO QUILCHAO DEL MUNICIPIO DE  
SANTANDER CAUCA

ESTUDIANTES:

DORYS ROCIO VALLEJOS MARTINEZ

MARTHA LORENA PEÑA CARACAS

DIRECTORA:

LUISA FERNANDA CALDERON VALLEJO

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA A DISTANCIA UNAD

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

PALMIRA VALLE

SEPTIEMBRE DE 2018

## **Agradecimientos**

A Dios primeramente por habernos dado la fortaleza en medio de las innumerables dificultades que se nos presentaron, la sabiduría necesaria para cumplir los objetivos y por abrirnos las puertas necesarias para culminar este proyecto.

A la Ingeniera y tutora Luisa Fernanda Calderón Vallejo por brindarnos su apoyo y conocimiento, por haber sido nuestra guía, también por su dedicación, paciencia y compromiso con nosotras.

A la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por lo que nos brindó como estudiantes, por cada tutor y administrativo que nos apoyaron en nuestra formación como INGENIERAS en el CEAD de Palmira.

A nuestra amiga y Química Lina Marcela Scarpetta Ramírez por habernos apoyado con sus conocimientos como profesional y por facilitarnos algunos insumos para las labores de campo.

A el Ingeniero José Ramón Grueso Vanegas funcionario de EMQUILICHAO E.S.P. por brindarnos la información relevante de la microcuenca río Quilichao y por sus consejos.

Al laboratorio HIDROAMBIENTAL LTDA., por brindarnos los insumos necesarios para realizar la determinación de algunos parámetros fisicoquímicos y poder conocer la calidad de agua del río Quilichao.

A la comunidad de la vereda San Pedro por habernos permitido compartir con ellos los resultados del proyecto y por habernos brindado su concepto y algunas sugerencias para el mejoramiento del río por medio de las encuestas realizadas.

## **Dedicatoria**

Este trabajo lo dedicamos totalmente a Dios por darnos la vida, porque sin Él nada de esto hubiera sido posible, porque aprendimos a permanecer y a tener fe de que algún momento llegaríamos a la cima.

Le dedicamos también este logro a nuestros familiares, que de alguna u otra manera nos impulsaron a avanzar en esta carrera, por sus consejos, paciencia, amor y apoyo sin limitaciones.

A nuestras amigas y compañeras de trabajo sin el apoyo de ellas no hubiera sido posible terminar con éxito.

## **Resumen**

El análisis de calidad de agua se llevó a cabo en la microcuenca del río Quilichao del municipio de Santander de Quilichao, por ser esta una de las principales fuentes de abastecimiento del acueducto municipal del cual se beneficia la comunidad de la zona urbana como rural, el problema radica en que en el sector de la vereda San Pedro está causando afectación al río por la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos a la cuenca y esto es generado por la falta de educación, capacitación y sensibilización ambiental, por parte de las entidades ambientales a cargo. Este tipo de residuos son:

- a. Residuos inorgánicos y/o reciclables botellas pet, envolturas de alimentos, botellas de vidrio, icopor, envases de tetra pack
- b. Residuos Líquidos detergentes líquidos, jabones, desengrasantes no biodegradables

Para el cumplimiento del objetivo de este proyecto aplicado se tomó diferentes muestras de agua, en diferentes puntos de la micro cuenca y se realizó un análisis de calidad con estudios basados en parámetros fisicoquímicos, se determinó T y pH con muestras puntuales tomadas in situ y en el laboratorio se analizaron DQO y OD para así poder diagnosticar cuales son los puntos más afectados negativamente y más limpios de la micro cuenca, el muestreo se llevó a cabo en tres puntos estratégicos:

- a. Muestra 1 punto de nacimiento de la micro cuenca
- b. Muestra 2 zona media paso por vereda San Pedro
- c. Muestra 3 zona baja paso por la vía panamericana

Una vez tomadas las muestras y de acuerdo a lo que sugieren los Standard Methods (sm) (edición 22-2012)-0 EPA, estas se llevaron al laboratorio Hidroambiental (Laboratorio acreditado) de la ciudad de Cali, en donde se determinaron DQO y OD.

Estos parámetros fisicoquímicos anteriormente mencionados; en la microcuenca río Quilichao se determinaron porque es un río con pocos estudios o investigaciones, lo cual motivó a llevar a cabo este proyecto aplicado, conociendo que este es la principal fuente de

abastecimiento del municipio de Santander de Quilichao y veredas aledañas como San Pedro, y es de gran relevancia conocer la calidad de agua con la que cuenta el río.

Los resultados obtenidos fueron favorables en término de los parámetros analizados, lo que indicó que el pH, T, OD y DQO se encontraron normales de acuerdo a los valores permisibles establecidos, lo que indica que es una fuente hídrica poco contaminada, lo cual permite que esta tenga diferentes usos como: la agricultura, ganadería, acuicultura, recreación y consumo, aunque con un tratamiento preliminar.

Finalmente, en el proyecto aplicado se realizó una encuesta a 20 personas en la comunidad, la cual contenía 10 preguntas de selección múltiple, y se hicieron con el fin de conocer el concepto, inconformidades, uso y manejo que los pobladores le dan al río. En estas encuestas, la totalidad de los encuestados manifestó que les gustaría ver al río en un futuro con un mayor caudal, un 100% de los encuestados aseguró que las autoridades ambientales competentes no han estado al cuidado del río.

Algunos pobladores dieron a conocer que a lo largo del afluente quién está realizando la protección y cuidado de la cuenca son los resguardos indígenas que abarcan gran parte de la zona alta y media que atraviesa el río Quilichao lo cual ha influenciado de manera positiva en la calidad de agua de esta fuente indispensable para los seres vivos, resultados que fueron evidenciados en este estudio. Sin embargo, se recalca la importancia de la protección del recurso hídrico de la zona y la realización del proyecto aplicado permitió conocer la calidad del agua del río en diferentes tramos, así como también la pertenencia de la comunidad aledaña y sus percepciones sobre lo que acontece en el río.

**Palabras claves:** Parámetros fisicoquímicos de agua superficial, contaminación hídrica, muestreo de agua superficial, análisis de agua superficial, residuos sólidos inorgánicos, residuos líquidos, educación ambiental.

## ABSTRACT

The analysis of quality of water was carried out in the microbasin of the “quilichao” river, municipality of Santander, being this one of the principal sources of catering, of the municipal aqueduct, which one is benefited by the community of the urban zone as rural, the problem lies that in the sector of the path “san pedro” is causing infection in the river for the incorrect provision of solid waste and liquids in the basin and this is generated for the fault of education, training, and the environmental awareness, in part of the environmental entities in the command. This kind of waste are:

- a. Inorganic waste and/or recyclable bottles “pet”, food wrap, glass bottles, polystyrene, packaging “tetra pack”.
- b. Liquid waste (liquid detergents), soaps, degreasers (No biodegradable) for the fulfillment of the objective for this project applied was took in different tests of water, in different zones of the micro basin and it has been made with study based in physicochemical parameters, it was determined T and pH with punctual tests taken in situ and the laboratory were analyzed DQO y OD for be able to diagnose which one are the point most affected negatively and more clean of the microbasin, the tests it’s been made in three strategic points:
  1. Test 1 birth point of the microbasin.
  2. Test 2 half zone step for the san pedro sidewalk.
  3. Test 3 low zone step for the panamerican way.

Once the samples and according to what is suggested by the standard methods (sm)(22-2012)-0 edition EPA, these were taken to the hidromental laboratory (accredited Laboratory) in the city of cali , where cod determined and OD.

These physico-chemical parameters mentioned above; in the Microbasin quilichao river identified because it is a river with few studies or investigations, which led to carry out this project applied, knowing that this is the main source of supply of the municipality of

Santander de Quilichao and sidewalks surrounding area as San Pedro, and is of great importance to know the quality of water of the river.

The results obtained were favorable in term of the analyzed parameters, which indicated that the pH, T, OD and COD normal were found according to the permissible values set, indicating that it is a little water source contaminated, which allows it to have different uses such as: agriculture, livestock, aquaculture, recreation and consumption, although with a preliminary treatment.

Finally, in the applied project, a survey was carried out to 20 people in the community, which contained 10 multiple-choice questions, and were made in order to understand the concept, nonconformities, use and management that the villagers give the river. In these surveys, all of those surveyed stated that they would like to see the river in the future, with a greater flow, a 100% of respondents said that the competent environmental authorities have not been in the care of the river.

Some villagers reported that along the tributary who is performing the protection and care of the basin are the indigenous reserves covering much of the upper and middle area that crosses the river Quilichao which has influenced in a positive way on the quality of water in this indispensable source for living beings, results that were evidenced in this study. However, stresses the importance of the protection of the water resources of the area and the realization of the applied project allowed to know the quality of river water at different stages, as well as the belonging of the surrounding community and their perceptions on what is happening in the river.

**Key words:** Surface water physicochemical parameters, water pollution, surface water sampling, surface water analysis, inorganic solid waste, liquid waste, environmental education.



## Tabla de contenido

Agradecimientos .....	3
1. Descripción del problema.....	19
1.1 Planteamiento del problema .....	19
1.2 Descripción del problema.....	23
1.3 Antecedentes .....	24
2. Objetivos .....	27
2.1 Objetivo general .....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3. Justificación.....	28
4. Marco conceptual y teórico .....	30
4.1 Marco teórico. ....	30
4.1.1. Calidad del agua .....	30
4.1.2 Importancia del recurso hídrico.....	30
4.1.3 El recurso hídrico en Colombia.....	32
4.1.4 Usos del agua .....	34
4.2 Contaminación hídrica .....	35
4.2.1 Principales contaminantes del agua:.....	36
4.2.2 Contaminación hídrica en Colombia.....	36
4.3 Indicador de la calidad del agua .....	37
4.3.1 Indicador de contaminación del agua .....	37
4.3.2 Características fisicoquímicas del agua (Barrenechea, s.f.) .....	38
4.3.3 Características químicas del agua (Industrial, 2015).....	39
4.3.4 Características microbiológicas del agua .....	42
5. Marco Normativo .....	43
6. Metodología .....	45
6.1 Selección de los puntos de muestreo.....	47
6.1.1 Primer punto de muestreo: Nacimiento de la cuenca .....	48
6.1.2 Segundo punto de muestreo: recorrido por el casco urbano.....	49
6.1.3 Tercer punto de muestreo: desembocadura vía panamericana .....	50
6.2 Conservación, toma, transporte y análisis de muestras de agua.....	52

7.	Análisis de resultados .....	53
7.1	Resultados de parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo .....	53
7.2	Ejecución y análisis de las encuestas .....	59
7.2.1	Tabulación y análisis de datos .....	61
8.	Conclusiones y recomendaciones.....	70
8.1	Conclusiones .....	70
8.2	Recomendaciones.....	71
	Bibliografía .....	73
	Anexos	

## Lista de tablas

Tabla 1 pH y valores máximos permitidos.....	38
Tabla 2 pH y valor máximo permitido según monitoreo .....	39
Tabla 3 oxígeno disuelto y sus valores máximos permitidos .....	42
Tabla 4 decretos para el recurso hídrico en Colombia .....	43
Tabla 5 leyes sobre el recurso hídrico en Colombia .....	44
Tabla 6 Resoluciones sobre el recurso hídrico en Colombia .....	44
Tabla 7 Materiales e insumos utilizados para el muestreo .....	46
Tabla 8 valores de pH y T en el nacimiento de la cuenca .....	53
Tabla 9 valores de DQO y OD en el nacimiento de la cuenca .....	53
Tabla 10 Valores de pH y T de la cuenca cuando atraviesa el casco urbano .....	53
Tabla 11 valores de DQO y OD en la parte media de la cuenca .....	54
Tabla 12 valores de pH y T en la desembocadura de la cuenca .....	54
Tabla 13 valores de DQO y OD en la desembocadura de la cuenca .....	54

## **Lista de figuras**

Figura 1 Ubicación geográfica del municipio de Santander de Quilichao .....	21
Figura 2 Localización puntos de muestreo, Mapa Hidrológico - límites municipales .....	47
Figura 3 Ubicación puntos de muestreo .....	55

## **Lista de fotografías**

Fotografía 1 Microcuenca Río Quilichao .....	21
Fotografía 2 Nacimiento microcuenca Río Quilichao.....	23
Fotografía 3 Toma de muestras de agua en el nacimiento de la cuenca.....	49
Fotografía 4 Toma de pH y T en el nacimiento de la cuenca.....	49
Fotografía 5 Toma de muestras de agua en la zona media de la cuenca .....	50
Fotografía 6 Toma de pH y T en la zona media de la cuenca .....	50
Fotografía 7 Recipientes de la toma de muestra de parámetros fisicoquímicos en el punto tres (desembocadura de la cuenca).....	51
Fotografía 8 Toma de muestras en el punto tres para determinar DQO.....	52
Fotografía 9 Encuesta aplicada a los señores Alfonso y Hernán Ortega por estudiante Dorys Rocio Vallejos .....	60
Fotografía 10 Encuesta aplicada a la señora Marisol Guasaquillo por estudiante Martha Lorena Peña .....	61

## Lista de gráficas

Grafica 1 Valores de pH.....	56
Grafica 2 Valores de Temperatura .....	56
Grafica 3 Valores de Oxígeno Disuelto .....	56
Grafica 4 Valores de Demanda Química de Oxígeno .....	57
Graficas 5 respuesta al por que se considera importante el río Quilichao.....	62
Graficas 6 medidas más importantes para proteger el río .....	63
Graficas 7 importancia de la reforestación del río Quilichao.....	64
Graficas 8 Casos de minería en el río Quilichao .....	65
Graficas 9 cuidado de las autoridades competentes a la cuenca río Quilichao .....	65
Graficas 10 Frecuencia con la que las familias toman medidas para disminuir la contaminación del agua. ....	66
Graficas 11 Ocasiones en que la comunidad es orientada por la autoridad ambiental para minimizar la contaminación hídrica .....	67
Graficas 12 Nivel de participación de las personas en jornadas de limpieza al río.....	68
Graficas 13 Aspectos que consideran los habitantes que ha venido deteriorando el río. ....	69

## **Lista de anexos**

Anexo 1 formato de encuesta aplicada a la comunidad aledaña al río Quilichao .....	77
Anexo 2 Encuesta Aplicada a la Señora Vivian Guasaquillo.....	79
Anexo 3 Encuesta Aplicada Ana Santana .....	81
Anexo 4 Listado de personas encuestadas .....	83
Anexo 5 Certificado de análisis de laboratorio para las muestras de agua de la parte alta del río Quilichao .....	85

## **GLOSARIO**

UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
T	Temperatura
pH	Potencial de Hidrogeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
OD	Oxígeno Disuelto
Has	Hectáreas
Km	Kilometro
CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
RNM	Reserva Natural Municipal
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
SSD	Departamento Escocés para el Desarrollo
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
ST	Solidos Totales
ISQA	Índice simplificado de calidad de agua
SST	Sólidos Suspendidos Totales
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
NSF	fundación nacional para la ciencia
LTDA	Limitada
EPA	Agencia de Protección Ambiental
SM	Métodos Estándar
NAS	Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos
DBO <sub>5</sub>	Demanda Bioquímica de Oxígeno
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
SIRH	Sistema de Información del Recurso Hídrico
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y costeras
ENA	Estudio Nacional del Agua
ICAPFF	Índice de Calidad de las aguas marinas y costeras para la preservación de flora y fauna



ICARAP	índice de Calidad de las aguas marinas y costeras para recreación, actividades náuticas y playas
ICARV	índice de Calidad de las aguas marinas y costeras para la recepción de vertimientos
RAS	relación de absorción de sodio
PSP	porcentaje de sodio posible
PPM	Partes por millón
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
ICA	Índice de calidad de Agua
ICO	Índices de contaminación
ACP	Análisis de componentes Principales
H	Hidrogeno
S/m	Siemens por metro
MEH	material extraíble en hexano
°C	Grados centígrados
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
SINA	Sistema Nacional Ambiental
SIUR	Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables
RUA	Registro Único Ambiental
PSMV	Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos
CRNR	Código de Recursos Naturales Renovables

## **Introducción**

El recurso hídrico juega un rol muy trascendental en la calidad de vida de los seres vivos, ya que es vital para desarrollar las funciones básicas de las plantas, animales y de los seres humanos, que son de gran importancia para tener un equilibrio ecológico y así poder mantener y preservar el medio ambiente. También es vital para la producción de energía, alimentos y preservación de la salud y la vida. Por el incremento poblacional, la industrialización, la falta de sensibilización y educación ambiental entre otras razones, las cuencas hidrográficas se encuentran saturadas de residuos sólidos y de gran cantidad de sustancias químicas que alteran la calidad del agua.

En el presente estudio se plantea un análisis de la calidad del agua en el río Quilichao para determinar el grado de contaminación existente (dado la escasez de información sobre el mismo), evaluar su procedencia, identificar su origen, determinar parámetros como el pH, T, OD y DQO y estudiar el tipo de estrategias que se podrían emplear para comenzar con un proceso de recuperación de su cuenca hidrográfica, ya que el río Quilichao al estar ubicado en el municipio de Santander de Quilichao es de gran importancia para sus habitantes.

El análisis de calidad de esta fuente hídrica se realiza con base a tres muestras de agua obtenidas en tres puntos de muestreo que se localizan en la parte alta, media y baja con el fin de evaluar la calidad de agua en cada punto de recolección, y así determinar qué actividad a lo largo de la cuenca puede estar provocando el deterioro y contaminación del afluente, esto con el fin de plantear alternativas de manejo como educación a través de capacitación a la comunidad, recuperación y limpieza; con el fin de mejorar el estado de la calidad del agua, disminuir los impactos ambientales que se vienen presentando, recordando que el agua es vital para mantener y sostener la vida humana vegetal y animal.

## **1. Descripción del problema**

### **1.1 Planteamiento del problema**

#### **Problemática nacional**

El panorama ambiental en Colombia cada día es más lamentable y catastrófico, los ríos son el reflejo de las malas acciones y el mal proceder de una población ambiciosa e insaciable en las necesidades de consumo desmedido, en los hábitos que ofrece una sociedad costumbrista, que son las causales de los diferentes impactos ambientales derivados de las actividades económicas.

En Colombia son pocos los municipios que manejan un buen tratamiento de aguas y el resto de agua no tratada va directamente a diferentes fuentes de aguas superficiales. Gran parte de los proyectos que buscan dar un adecuado tratamiento de aguas deben ser financiados por el gobierno nacional, sin embargo, mirando la problemática del país, estos recursos en algunas ocasiones son desviados o restringidos, haciendo que muchas veces construir la infraestructura necesaria para el tratamiento sea inviable.

Si bien es cierto que las entidades nacionales han dado importancia a la descontaminación de algunos ríos, y que algunas personas naturales, líderes comunitarios y comunidades en general se están empoderando de la importancia del agua y la necesidad de protección de las cuencas hídricas, además de estar realizando jornadas de protección, estas actividades son pocas y se requieren mayores acciones conjuntas entre las personas y los planes de acción articulados con el gobierno y la industria para obtener mejores resultados.

Los problemas ambientales no se van a solucionar sin iniciativas que corten los problemas desde su raíz, estos no cambiarán a menos que todos los involucrados tomen las acciones correspondientes, todo esto invita a pensar y actuar de una manera consiente tratando de proteger y recuperar los diferentes ecosistemas.

#### **Problemática regional**

La región pacífica, rica en fuentes de agua primero por estar limitando con uno de los principales océanos como el Pacífico y segundo por contar con grandes e importantes ríos

que la cruzan como es el río Cauca, río Patía, río Atrato, río San Juan entre otros pequeños ríos y afluentes que la bañan, son la base de subsistencia de gran parte de las comunidades.

Uno de los principales causales de los diferentes problemas ambientales en la región pacífica radica en la minería ilegal que se viene presentando desde años atrás y el vertimiento de gran cantidad de agentes químicos tóxicos para la salud y la vida en general como lo es el mercurio. Muchos pobladores aseguran que la falta de oportunidades de trabajo y las no mejoras en los cultivos agrícolas ha llevado a trabajar en este tipo de actividades ilegales esto por parte de los campesinos y por parte de los dueños de grandes acentos de minas quienes son los directos explotadores que buscan aumentar sus bienes económicos sin importar el daño ecológico, ambiental, social que están generando y no son conscientes que río abajo la población utiliza estas aguas para consumo humano, animal y vegetal y esto es lo que está generando muerte, deterioro en la fauna y flora acuática, acabose de la vida en todos sus aspectos.

### **Problemática local**

#### **Descripción microcuenca río Quilichao**

El río se ubica en el suroriente del municipio de Santander de Quilichao, su nacimiento es en el Cerro Munchique, que se encuentra en el área de la vereda el Guayabal con una altura de 2500 metros sobre el nivel del mar (msnm), cuenta con un área aproximada de 2300 has. Esta microcuenca desemboca al río Quinamayó. Atraviesa las siguientes veredas: Guayabal, Pavitas, Quitapereza, Palmichal, Jaguito, San Pedro y la cabecera Municipal (Emquilichao E.S.P 2009).

Este río tiene una longitud de cauce de 23 Km, con pendiente promedio de 8.4% hasta el área urbana de Santander (CRC-Minambiente.2000), tiene un modelo de drenaje adecuado en la parte alta y en su zona de declive, posee una gran densidad lo cual le permite tener una máxima potencialidad de producción hídrica. Sus riachuelos más importantes son Quebrada Pavitas, Quebrada la Balsera, Quebrada el Tambor, Quebrada la Antolina, Quebrada la Arenosa, Quebrada la Polinaria y Quebrada La Mina (Emquilichao E.S.P, 2009).

Estas fuentes se utilizan en la parte alta de la microcuenca para abastecimiento doméstico, consumo humano y usos agropecuarios, en su zona media se hallan los más altos consumos

sobre el río debido a la presencia de haciendas que tienen mayor extensión en comparación a los de la zona alta, de igual manera por las innumerables labores agropecuarias de las grandes haciendas y para el consumo humano de las veredas San Pedro y Cambalache y la demanda del acueducto urbano del Municipio de Santander de *Quilichao*” (Emquilichao E.S.P, 2009).



***Fotografía 1*** Microcuenca Río *Quilichao*

Es una de las pocas fuentes hídricas limpias a nivel mundial que cruza una zona urbana en un municipio, esto fue avalado en un congreso mundial del agua. Este río en la década de los 90 tenía 20 vertientes. En la época de los años 50 debido a la explotación maderera se empieza a acabar con la ribera del río. (Perlaza, s.f.)



***Figura 1*** Ubicación geográfica del municipio de Santander de *Quilichao*

Fuente: (Wikipedia, 2018)

En las últimas cuatro décadas, el Municipio de Santander de Quilichao, ha venido adelantando importantes acciones para la conservación y preservación de sus ecosistemas estratégicos, entre ellos la adquisición de predios para la implementación de actividades de conservación de la microcuenca del Río Quilichao y otras fuentes, en busca de garantizar la calidad y cantidad de sus recursos naturales. En la actualidad, el Municipio cuenta con más de 850 hectáreas en zonas de conservación, las cuales fueron declaradas como Reserva Natural Municipal (R.N.M) a través del acuerdo del consejo, proceso que se pretende complementar mediante la conformación de una Red de Reservas de la Sociedad Civil de aproximadamente 121 hectáreas en la zona amortiguadora de la Reserva Natural. El sistema de áreas protegidas que se consolidó en el Municipio, tiene como objetivos específicos entre otros:

- La Participación activa de los actores sociales e institucionales y el fortalecimiento comunitario para la toma de decisiones frente a los procesos de conservación.

- Regular la cantidad y la calidad de los recursos naturales a través de procesos de restauración ecológica y el acompañamiento a las actividades de protección y control para la defensa de los recursos naturales.

“Este proceso debe garantizarse a través de una estructura organizativa para la administración de los recursos naturales de la reserva como la Fundación Pro cuenca Río Quilichao. Con la creación de la red de reservas de la sociedad civil de la microcuenca del Río Quilichao en las veredas Guayabal, Palomera, Pavitas, se busca mejorar las condiciones económicas, socioculturales y ambientales de cada uno de los aliados del proceso, generando conciencia entre la población circundante e involucrando las comunidades en un verdadero desarrollo con sostenibilidad ambiental. (Perlaza & Gonzales, s.f.)



*Fotografía 2 Nacimiento microcuenca Río Quilichao*

## 1.2 Descripción del problema

Debido a la escasa documentación sobre los problemas ambientales de la cuenca se conoce por medio de recorridos por parte de las autoras del presente documento que se presentan problemas de alteración de color y olor de las aguas, debido a la contaminación hídrica por residuos sólidos y líquidos en especial por la falta de cultura ciudadana, que ha provocado que en este afluente hídrico se presenten diversos cambios en sus componentes físico químicos alterando así la calidad del agua y de vida de los diferentes ecosistemas presentes en la laderas de este afluente; el mayor foco de contaminación se está presentando en un sector aledaño a la vereda San Pedro del municipio, esta es una de la veredas que está causando afectación al río por la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos a la cuenca. Este tipo de residuos son:

- a. Residuos inorgánicos y/o reciclables botellas pet, envolturas de alimentos, botellas de vidrio, icopor, envases de tetra pack
- b. Residuos Líquidos detergentes líquidos, jabones, desengrasantes no biodegradables.

“El señor Mina declaró de la contaminación causada al río Quilichao por los habitantes del sector “(Mina, comunicación personal, 8 de enero de 2018).

Estos diferentes tipos de residuos recorren la cuenca del río Quilichao hasta llegar al acueducto municipal donde se realiza el tratamiento respectivo, para luego ser distribuida por tuberías a las diferentes viviendas del sector. Debido a esto es importante determinar en el laboratorio los agentes contaminantes, realizar un estudio fisicoquímico, un análisis de calidad y posteriormente plantear posibles soluciones en compañía con los pobladores del sector, de esta manera poder determinar qué actividad a lo largo de la cuenca puede estar provocando el deterioro y contaminación del afluente, esto con el fin de plantear alternativas de manejo en la cuenca, como educación a través de capacitación a la comunidad recuperación y limpieza ;con el fin de mejorar el estado de la calidad del agua, disminuir los impactos ambientales que se vienen presentando en la cuenca, recordando que el agua es vital para mantener y sostener la vida de nuestro planeta.

### **1.3 Antecedentes**

Los ríos constituyen la principal fuente de vida en los continentes, y aunque sin ellos no podría existir la civilización como la conocemos, son abandonados a su suerte o utilizados sin criterios de sostenibilidad. En Colombia, como en otros países, estos cuerpos de agua son cloacas de las urbes y fuente del líquido vital para muchos acueductos. En la mayoría de los casos, las poblaciones más vulnerables están ubicadas río abajo; sin queja alguna, recibiendo los residuos arrojados aguas arriba, menguando de forma sostenida su salud y la de su progeenie (SEMANA, 2017).

Según la Corporación Eco fondo (entidad no gubernamental sin ánimo de lucro que busca crear grupos ambientales en las diferentes regiones del país con el objetivo de coordinar la promoción conjunta, el pensamiento y la acción política en relación con los problemas ambientales junto con el fortalecimiento de los movimientos sociales y las organizaciones locales) después de culminar un proyecto por siete de los más importantes ríos de Colombia, entre ellos los ríos: Bogotá, Sinú, Amazonas, Magdalena y Cauca encontró lo siguiente:

Río Bogotá: La contaminación que llega a este importante río de Colombia está dado por la gran cantidad de agentes contaminantes como es aguas residuales tanto de viviendas como de grandes fábricas, basura desechada a sus orillas metales pesados dados por la minería



ilegal, pesticidas por la agricultura y gran cantidad de residuos de materia orgánica, entre otros.

Río Cauca: Una gran descarga de aguas residuales a este río, la cual descendía del canal de la corporación regional del Valle del Cauca CVC Sur, ocasionó diversos problemas en el abastecimiento de agua potable en algunos sectores de la ciudad de Cali. La gran cantidad de agentes contaminantes ocasionaron que las plantas de Puerto Mallarino y Río Cauca, que proporcionan el 70% de agua a la ciudad, se vieran obligados a pausar sus actividades, pues el agua que llegaba no era 100% potable y podía afectar la salud de los pobladores.

Río del Sinú: Según los estudios, este importante río está seriamente contaminado con metales pesados y plaguicidas que pueden afectar la salud de los pobladores, de igual manera están afectando los cultivos ubicados en el sector que son la base de abastecimiento entre estos arroz, algodón y maíz.

Río Magdalena: Considerado uno de los ríos más importantes de la geografía colombiana por ser uno de los afluentes más importantes para el comercio del país. Esta gran cuenca hidrográfica está sufriendo por las grandes cargas contaminantes por las industrias mineras, agrícolas, industriales y domésticas que vierten sus aguas residuales a este importante río, la gran cantidad de desechos como residuos sólidos, derrames de petróleo crudo, y agentes químicos están afectando las aguas dulces que ocasionan grandes problemas y muerte de flora y fauna acuática, problemas de salubridad y económicos puesto que los pobladores pesqueros no están logrando obtener beneficios económicos por la escasez de peces.

Río Amazonas: Siendo una de las grandes atracciones naturales del mundo, este está siendo contaminado ante todo por las personas que viajan en las casas flotantes, en las embarcaciones fluviales, y por vendedores ambulantes ubicados en el puerto de productores quienes desechan las basuras al afluente sin tener en cuenta las consecuencias generadas por estos actos desagradables y sin conciencia, otro factor que está ocasionando muerte y escasez de peces, problemas de salud pública son la contaminación desmedida por la minería ilegal y sus componentes químicos desechados a las riveras del río, y en los últimos tiempos, la cantidad de derrame de petróleo crudo que ha llegado al río ha sido uno de los problemas ambientales más críticos del país.

La extracción de muestras en los caudales reveló la existencia de contaminación bacteriológica, originada especialmente por las comunidades que habitan en las riberas de los afluentes, según investigadores de la Unidad de Hidroquímica del Insivumeh.

En el río Quilichao actualmente y debido al inadecuado manejo de los recursos naturales existentes en el Cerro Munchique y al uso irracional de agua que se presenta en la parte media de la microcuenca, se encuentra padeciendo problemas en su caudal, lo cual ha llevado a las autoridades competentes a implementar programas de racionamiento especialmente en épocas de verano.

Con el propósito de mejorar las condiciones ambientales existentes, se formuló un Plan de Manejo para las 836 hectáreas de tierra y de propiedad del Municipio, al igual que en los predios de la comunidad asentada en la Vereda Guayabal. Mediante el Acuerdo 017 del 13 de septiembre de 2006; gracias al apoyo de la autoridad competente y a la empresa de acueducto Emquilichao E.S.P se logró conformar la reserva natural municipal al igual que la fundación pro cuenca río Quilichao quien es la encargada de administración y manejo de la reserva.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Realizar un análisis de calidad de agua del río Quilichao en tres puntos de muestreo específicos en términos de parámetros fisicoquímicos como: pH, T, oxígeno disuelto y DQO, para evaluar la contaminación del río en la zona rural del municipio de Santander de Quilichao.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar parámetros químicos y físicos como pH, T, OD, DQO en diferentes muestras de agua provenientes del río Quilichao.
- ✓ Establecer con base a resultados de laboratorio una interpretación de la calidad del agua del río Quilichao con análisis estadístico descriptivo y gráficas cualitativas.
- ✓ Realizar encuestas a pobladores de la comunidad aledaña al río Quilichao sobre el concepto de uso y cuidado que dan a la cuenca hídrica.

### **3. Justificación**

El río Quilichao es de gran importancia para la población Quilichagueña y veredas aledañas; debido a que es muy valiosa como fuente hídrica y es el principal motivo para que muchas personas aledañas y algunos turistas puedan realizar diferentes actividades sociales, culturales y recreativas. Es inolvidable cuando las familias aledañas a la ribera del río lavan ropa y se llena la piscina municipal, emblema del municipio de Santander de Quilichao, lugar donde se aglomeran habitantes del municipio y algunos turistas o visitantes para pasar unos instantes de diversión y esparcimiento gratuito.

Proteger el Río Quilichao es de gran importancia no sólo por su verdadero valor social, histórico, turístico, social y cultural, que representa para el municipio y sus habitantes, sino porque es la principal fuente acuática con la que cuenta Santander de Quilichao y algunas veredas aledañas, por lo tanto, si se contamina no afecta únicamente el ecosistema sino también a la comunidad que depende de él.

En la vereda San Pedro el problema de calidad de agua en la microcuenca río Quilichao radica al momento de encontrarse con veredas, caseríos, primeros asentamientos de poblaciones donde se comienza a evidenciar el deterioro de sus aguas, provocando contaminación por la inadecuada disposición de los residuos sólidos inorgánicos, reciclables, residuos líquidos, generando alteración de los parámetros fisicoquímicos como el pH, T, oxígeno disuelto etc., los cuales son el tema de estudio de este proyecto.

Se escogió este sector porque es donde radica la problemática ya planteada debido a la falta de educación y sensibilización ambiental en la comunidad y sus alrededores, también se puede considerar que las comunidades generadoras de la contaminación en el río cuentan con escaso conocimiento de las consecuencias de esta problemática. Además de que es una cuenca hídrica poco estudiada lo que llevo a la ejecución de este proyecto con el fin de determinar la calidad de su cauce. La educación ambiental es indispensable pues muchas veces se desconocen o ignoran las posibles consecuencias de estas acciones, por lo tanto, es necesario educar, concientizar, enseñar y fortalecer las prácticas de un buen uso de materiales no degradables y contaminantes para el río, esto fue llevado a cabo una vez se realizó los

respectivos análisis de calidad del agua y se dio a conocer a los habitantes del sector cuando se realizaron las respectivas encuestas.

## **4. Marco conceptual y teórico**

### **4.1 Marco teórico.**

#### **4.1.1. Calidad del agua**

La calidad del agua se determina por medio de sus componentes físicos, químicos y microbiológicos. El agua para consumo humano debe contar con dos características fundamentales:

1. No contar con microorganismos que sean peligrosos para los seres vivos que la consumen.
2. No poseer algunas sustancias que ocasionen efectos sensoriales desagradables para su respectivo consumo. Entre los efectos se encuentran el sabor, olor, color y la turbiedad, entre otros los cuales pueden determinarse por medio de diferentes análisis físicos, químicos y biológicos.

#### **4.1.2 Importancia del recurso hídrico**

El agua es muy importante para el desarrollo sostenible lo que genera una buena calidad de vida. El recurso hídrico y los servicios que este presta, tienen un papel muy importante para disminuir la pobreza, mejorar el desarrollo de la economía y la sostenibilidad ambiental. El agua favorece el bienestar de las poblaciones y el crecimiento inclusivo, y genera un impacto positivo en la vida de millones de personas, incidiendo en acciones que perturban a la seguridad alimentaria y energética, el medio ambiente y la salud de las personas, afirmó la ONU.

La eficacia de las aguas subterráneas y superficiales se miden por los parámetros estándares que son alterados por la contaminación presente en el país y a nivel mundial, originado por su uso inadecuado, falta de sensibilización, actividades pecuarias y agrícolas, aguas residuales, manejo inadecuado de residuos sólidos, etc. Esto hace que la calidad de agua se altere en los estándares que requieren, lo que permite identificar si es posible hacer uso del agua para consumo, debido a que esto puede ocasionar problemas en la salud humana y el medio ambiente, es por eso necesario evaluar la calidad de agua de diferentes cuencas hidrográficas a nivel general.

Todos los seres vivos requieren del agua para tener una calidad de vida; su composición, propiedades, y características con las que este vital recurso cuenta es lo que establece la estabilidad en la tierra, favorecen a los ecosistemas y ayudan a que los diferentes climas a nivel mundial sean estables. El agua es de vital importancia para diversos procesos productivos como son económicos, biológicos, físicos, químicos, ambientales sociales, culturales, políticos, y es de gran importancia su relación con el medio ambiente.

Nuestro país es uno de los países con mayor disponibilidad de recurso hídrico a nivel mundial. Existe en nuestro país un Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH). (MINAMBIENTE, 2018) el cual está encargado de reunir y estandarizar todos los protocolos y reglamentos que suministra la gestión integral del recurso hídrico (GIRH).

#### ✓ **Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH).**

Los que proveen de información del (SIRH) son:

- Titulares de licencias, permisos y concesiones: tienen la obligación de reunir y entregar sin ningún costo la información sobre su uso a las autoridades ambientales competentes.
- INVEMAR: Encargado de regular y comprobar el monitoreo y control del recurso hídrico en la zona marítima y costera que sustentará el SIRH.
- IDEAM: Tiene bajo su responsabilidad agrupar toda la información a nivel nacional, el trabajo de la red básica nacional de monitoreo, reconocer y generar las fuentes de datos, gestionar y procesar datos e informar el conocimiento sobre el recurso hídrico.
- Autoridades ambientales regionales y urbanas y Sistema de Parques Nacionales son los que se encargan del monitoreo y control del recurso hídrico en el área encargada de su jurisdicción.

También existen indicadores del recurso hídrico

#### ✓ **Indicadores del recurso hídrico**

Las principales fuentes de información de indicadores del recurso hídrico son tres: la línea Base de Indicadores Ambientales del 2002, la Resolución 0643 del 2004 y el Estudio Nacional del Agua (ENA) del 2010

Los indicadores que se relacionan con el recurso hídrico disponible en Colombia son:

✓ **Línea base de indicadores ambientales de 2002**

***Oferta hídrica***

Se encuentra la variación de la escurrimiento con respecto a la condición media de referencia, el índice de aridez y el índice de recursos y reservas de agua subterránea

***Calidad del agua***

Comprende la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)<sub>5</sub>, el potencial de asimilación de carga orgánica biodegradable en corrientes superficiales, el déficit de oxígeno disuelto en corrientes superficiales, la variación de concentración de sedimentos en suspensión y la variación de la carga de sedimentos en suspensión.

***Calidad de las aguas marinas y costeras***

La calidad de las aguas marinas y costeras para la preservación de la flora y fauna (ICAPFF), la calidad de las aguas marinas y costeras para recreación, actividades náuticas y playas (ICARAP) y la calidad de las aguas marinas y costeras para la recepción de vertimientos (ICARV)

***Sostenibilidad del recurso***

Comprende el Índice de escasez de agua y la Vulnerabilidad por disponibilidad de agua (Castro et al., 2014).

**4.1.3 El recurso hídrico en Colombia**

Colombia por contar con dos grandes océanos Atlántico y Pacífico, por su complejo y desarrollado relieve es excepcionalmente rica en agua gracias a la diversidad de ecosistemas que posee como son los ríos, páramos, humedales, cuencas hídricas ubicadas en las regiones de la Amazonía, Orinoquía y Pacífica, considerando que estas regiones son afortunadas en recursos hídricos.



De otro lado Colombia se considera afortunada por tener gran cantidad de agua subterránea para ser explotada, la cual se constituye una reserva para el país en su recurso hídrico, lo que significa que tenemos casi 3 veces la oferta de agua superficial disponible.

### **Principales vertientes hidrográficas en las regiones de Colombia:**

**Región Caribe:** las principales vertientes hidrográficas de la región Caribe están conformadas por La Guajira, La Sierra Nevada de Santa Marta, Sabanas de Sinú, Zona del Catatumbo y la Zona Insular.

**Región Andina:** Es la región más importante del país debido a que la atraviesan de norte a sur las cordilleras más importantes del país de las cuales se originan los principales ríos del territorio colombiano que son de gran utilidad para las principales industrias, ciudades y actividades agrícolas; es una de las regiones a la cual se le ejerce más presión por el uso del recurso hídrico. Las principales zonas que la conforman son:

Zona del Cauca que comprende los departamentos del Cauca y Valle del Cauca; los ríos más importantes son El Palo, Piedras, Cofre, Jamundí, Fraile, Tuluá, La Vieja.

Zona del Medio Cauca que comprende los departamentos de Risaralda y Antioquia; los ríos más importantes son San Juan y Armas.

Zona del Bajo Cauca que comprende la población de Caucasia (Antioquia) y desembocadura del río Magdalena; los ríos más importantes son Nenchi y Porce.

Zona del Alto Magdalena abarca el departamento del Huila y parte del departamento del Tolima y Cundinamarca. Los ríos más importantes son el Magdalena y Bogotá.

Zona del medio Magdalena abarca el departamento de Cundinamarca, Santander y sur del departamento de Bolívar; los ríos importantes son el Sogamoso, Lebrija, Carare, Cimitarra, Opón y Cesar.

Zona del Bajo Magdalena abarca el territorio de Bolívar y Magdalena; los ríos más importantes son el Magdalena y Cauca.

**Región Pacífica:** Comprende los ríos de San Juan, Micay, Baudo, Atrato y Mira.

**Región Orinoquía:** En su zona central se encuentran los ríos Guatiqui, Humea y Upia; en el alto Guaviare están el río Guayuriba y Ariari, su zona norte abarca el río Cabugon y Maroua.

**Zona Amazonia:** Se encuentran los Ríos Caquetá y Putumayo; y en el área selvática se comprende los ríos Yari, Igara y Parna.

#### **4.1.4 Usos del agua**

✓ **Uso agrícola y pecuario:**

El agua para uso agrícola se utiliza para el riego de sembríos y en la ganadería se utiliza para el abastecimiento de los animales y poder realizar la limpieza de los establos, para que esto se lleve a cabo existen criterios permisibles que determine una buena calidad del agua estos son:

1. La concentración de Boro, debe estar entre 0,3 y 4,0 mg/l, dependiendo del tipo de suelo y del cultivo.
2. La concentración de coliformes totales no deberá exceder de las 2.400 ppm cuando se emplee el recurso para riego de frutas que sean consumidas sin quitar la cáscara y para hortalizas de tallo corto.
3. Para determinar la calidad del recurso deben realizarse mediciones periódicas de parámetros fisicoquímicos como conductividad, relación de absorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio posible (PSP), así como análisis de salinidad efectiva y potencial, carbonato de sodio residual y radionucleidos.

✓ **Preservación de Fauna y Flora:**

El agua es fundamental para preservar la vida terrestre y acuática y se usa en diferentes trabajos sin alterar el ecosistema de diferentes especies de flora y fauna.

✓ **Uso estético:**

Para que el agua sea usada para el área estética debe contar con unos parámetros como: la ausencia de productos o sustancias que ocasionen olor alguno, ausencia de espumas o materiales flotantes que sean producto de las diferentes actividades humanas y la ausencia de aceites y grasas.

✓ Uso Recreativo:

El agua utilizada para la recreación y deporte como el buceo, la natación, deportes acuáticos, la pesca y otros, debe cumplir con los siguientes criterios de calidad:

1. Si el destino del recurso es para actividades de contacto primario, la concentración de coliformes totales no puede superar las 1000 ppm, la concentración de coliformes fecales no debe superar las 200ppm, el pH debe encontrarse en un rango entre 5 y 9 unidades y el porcentaje de oxígeno disuelto no debe superar el 70% de la concentración de saturación a la temperatura media, además de los parámetros anteriormente mencionados, no se permite que en el recurso se presenten grasas y aceites flotantes, presencia de material flotante proveniente de actividades humanas y sustancias que irriten o causen reacciones negativas sobre la salud humana.
2. Si el destino del recurso es para actividades de contacto secundario, la concentración de coliformes totales sea inferior de 5000 ppm, debe tener en cuenta todas las indicaciones descritas anteriormente.

✓ Uso doméstico y consumo humano:

El agua que va a ser para consumo humano debe cumplir con los criterios de calidad esto con el objetivo que al ser consumida por los pobladores no afecte la salud y no represente ningún riesgo que pueda afectar la salud humana. La principal norma que rige el tema de calidad del agua en Colombia es el Decreto 1575 y resolución 2115 del año 2007, en los cuales se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para el consumo humano.

## **4.2 Contaminación hídrica**

La contaminación hídrica es la alteración de sus características, producto de las actividades humanas o de los procesos naturales, que generan o pueden generar rechazo, enfermedad o causar la muerte a su consumidor. (Bogotá, 1998)

La problemática a nivel mundial por contaminación hídrica se debe al uso irracional de los residuos sólidos y líquidos a los agentes físicos y químicos que son vertidos a los grandes afluentes de agua dulce que al final contamina el agua salada ocasionando la muerte y extinción de los ecosistemas acuáticos de flora y fauna, esto también genera problemas de salud pública ya que en algunos lugares del país este tipo de agua es consumida sin tratamiento alguno y usada para consumo humano. “Más de 1.000 millones de personas en un futuro sufrirán escasez de agua debido a la contaminación, uso irracional, el cambio climático y el crecimiento demográfico que afectan las fuentes de este recurso tan vital para la vida”. (Vasquez, 2017)

#### **4.2.1 Principales contaminantes del agua:**

Entre los principales contaminantes del recurso hídrico están:

Las Sustancias radiactivas, sustancias químicas orgánicas, materia suspendida, sustancias químicas inorgánicas, desechos que requieren oxígeno y los agentes patógenos. (Chaparro, Cuervo, Gomes , & Toro, s.f.)

#### **4.2.2 Contaminación hídrica en Colombia**

Las cuencas hídricas en Colombia son afectadas por varias fuentes de contaminación entre ellas: los residuos sólidos, aguas residuales, la materia orgánica, plaguicidas y fertilizantes, hidrocarburos y sustancias químicas, éstas son desechadas de acuerdo a las diferentes actividades que se realizan en cada región de influencia de la misma. (CONPES, 2002)

Una de las medidas de manejo de la contaminación hídrica en Colombia, producidas por vertimientos en cuencas hídricas son las plantas de tratamiento de aguas residuales, en agosto de 2002, el país sólo contaba con 237 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se edificaron en 235 municipios y tratan cerca del 8% de los vertimientos producidos por estos. A finales del año 2005 el número de estas plantas se incrementó a 401 edificadas en 345 municipios, lo cual cubría el 31% de los municipios, incluyendo 10 sistemas en edificación. Hasta el momento Colombia cuenta con 753 municipios que no tienen PTAR lo que representa a un 69% de las poblaciones del país. (Minambiente, 2018)

### **4.3 Indicador de la calidad del agua**

#### **4.3.1 Indicador de contaminación del agua**

A partir del punto de vista de la salud humana una de las principales fuentes de eliminación de sustancias tóxicas en el organismo es el agua gracias al organismo excretor en especial la orina y el sudor se puede eliminar las sustancias de desecho si estas sustancias no son eliminadas pueden afectar algunos órganos vitales en la vida humana.

Según (Samboni, Carbajal, & Escobar, 2007) el indicador se desarrolló con base a diversos estudios realizados por la industria petrolera para condiciones de ríos de Colombia. Utilizando las variables de  $\text{DBO}_5$ , coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno: las dos primeras muestran fuentes diversas de contaminación orgánica y la tercera expresa la respuesta ambiental del cuerpo a este tipo de polución.

Ramírez, Restrepo y Viña crean cuatro indicadores de contaminación para caracterizar aguas continentales, afirmando que unas variables incluidas en los ICA no es necesario tenerlas en cuenta; por ejemplo, la temperatura que varía con la altitud. “De igual modo, las impurezas aparentes constituyen una variable cualitativa subjetiva al observador, que incluye entre otros, olor o apariencia. Al respecto, Behar plantea inquietudes por la presencia de la temperatura y los nitratos en el ICA”. Por medio de la metodología que se hizo para desarrollar sus ICO, se hizo una selección de estudios limnológicos que realizó la industria petrolera del país, sobre los estudios seleccionados se llevó a cabo un Análisis de Componentes Principales (ACP).

Además, establecen que el proceso seguido en la formulación de los ICO fue equivalente al utilizado en el desarrollo de los ICA:

Se seleccionaron variables químicas y físicas y la asignación de valores de calidad (0 a 1) a diversas concentraciones de las variables, o establecimiento de una relación entre índice y variable, basadas en legislaciones definidas por diversos autores para las diversas utilidades del agua. (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014)

#### 4.3.2 Características fisicoquímicas del agua (Barrenechea, s.f.)

Las características físicas del agua son las que permiten determinar cualitativamente el estado y el tipo de agua. Entre ellas están:

##### ✓ **Temperatura (T)**

La temperatura es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema. (Barrenechea, s.f.)

##### ✓ **Potencial de hidrogeno (pH)**

El pH es el parámetro que indica el nivel que los iones (H) de hidrogeno posee de concentración en el agua. Su definición está dada como  $\log(H^+)$ . El pH del agua es inversamente proporcional a la concentración de iones de hidrogeno.

La escala del pH va desde 0 a 14 donde: el agua que contiene un pH menor a 7 se considera acida, cuando el pH es superior a 7 es considerada básica y cuando el pH es de 7.0 esta agua es considerada neutra.

En la tabla 1 se da a conocer los parámetros con el valor máximo permitido para el pH. (Barrenechea, s.f.)

***Tabla 1 pH y valores máximos permitidos***

parámetro	valor máximo en agua fría dulce	valor máximo en agua cálida dulce	valor máximo en agua marina
pH	6,5 -9,0	4,5 – 9,0	6,5 -8,5

Si el tratamiento que se realiza para que el recurso sea potable es únicamente tratamiento de desinfección, los valores que se permiten de los parámetros que determinan la calidad del recurso según el IDEAM se relaciona los parámetros y control en el monitoreo del agua, según resolución 2115 de 2007 para pH. (Sela, s.f.)

**Tabla 2 pH y valor máximo permitido según monitoreo**

parámetro	valor (*)
pH (Unidades de pH)	5,0-9,0

✓ **Color**

El agua pura se caracteriza por no ser incolora, posee un color azul verdoso en grandes volúmenes. El color puede afectar estéticamente la potabilización del agua y puede afectar como colorante cuando es utilizada en la fabricación de ciertos productos.

✓ **Turbidez**

Es lo que impide al agua transmitir la luz de los materiales en suspensión, coloidales o muy finos. Son materiales con alto grado de dificultad para su decantación y filtración.

✓ **Sólidos disueltos totales**

Los sólidos se refieren a la materia que está suspendida, la determinación de estos mide exactamente el total de los residuos sólidos filtrables por medio de una membrana con poros de 2.0  $\mu\text{m}$  (o más pequeños). Los SDT logran afectar negativamente la calidad de un cuerpo de agua de diferentes maneras. El agua para el consumo humano que posea un alto contenido de sólidos disueltos, son por lo general de mal sabor y pueden generar una reacción fisiológica adversa en el consumidor. Por lo tanto, se establece un límite de 500 mg/L de SDT para el agua potable. Los análisis de sólidos disueltos son de gran importancia ya que pueden servir como indicadores de la efectividad de los procesos de tratamiento físico y de aguas usadas. (Barrenechea, s.f.)

#### **4.3.3 Características químicas del agua (Industrial, 2015)**

Las características químicas más utilizadas son las siguientes:

✓ **Dureza**

Es la apariencia de magnesio y sales de calcio lo cual permite medir la capacidad que tiene un cuerpo de agua para generar incrustaciones. (Barrenechea, s.f.)

### ✓ **Conductividad eléctrica**

Es lo que permite a una sustancia tener habilidad de transmitir sonido, electricidad y calor. Sus unidades son Siemens por metro [S/m] en sistema de medición SI y micromhos por centímetro [mmho/cm] en unidades estándar de EE.UU. se identifica por el símbolo K.

A continuación, se reflejan los valores de conductividad para varios tipos de agua:

Agua Ultra Pura  $5.5 \cdot 10^{-6}$  S/m

Agua potable 0.005 – 0.05 S/m

Agua del mar 5 S/m

(Barrenechea, s.f.)

### ✓ **Aceites y Grasas**

El contenido de aceites y grasas en el agua son determinados en el laboratorio por medio de la extracción de todo el material soluble en un solvente orgánico como el hexano. Los resultados son dados en mg/L de MEH (material extraíble en hexano).

Las normas de calidad de agua recomiendan que los aceites y grasas no deben estar en el agua que se utiliza para consumo humano, más por razones de aceptabilidad y no porque exista algún riesgo para la salud. (Barrenechea, s.f.)

### ✓ **Materia orgánica**

Las aguas naturales, pueden llevar consigo en suspensión algunas sustancias orgánicas que provienen del metabolismo de los organismos que subsisten de ellos o del lavado de los suelos. Además, los cuerpos de aguas superficiales pueden aceptar descargas de aguas residuales de origen doméstico o industrial, porque estas ocasionan la contaminación en varios niveles y la polución. (Barrenechea, s.f.)

### ✓ **Fosfatos**

Son las especies químicas más comunes de fósforo en el agua los fosfatos orgánicos, ortofosfatos, fosfatos orgánicos y los fosfatos condensados. Estos fosfatos suelen estar solubles como partículas de detritus o en cuerpos de los organismos ribereños.

Es frecuente encontrar fosfatos en el agua, estos pueden ser nutrientes de la vida acuática y



limitan el crecimiento de la flora. Sin embargo, la presencia de estos se relaciona con la eutrofización de las aguas, con la problemática del crecimiento de algas no deseables en represas y lagos, con la acumulación de sedimentos, etc. (Barrenechea, s.f.)

#### ✓ **Nitritos y nitratos**

Para un adecuado desarrollo de los animales y las plantas acuáticas los nutrientes son de gran importancia. Si un afluente se vierte en cuerpos de aguas residuales domésticas, el nitrógeno se convierte en orgánico amoniacal, y en contacto con el OD, se transforma por medio oxidación en nitratos y nitrito.

El proceso de nitrificación requiere de contenido de OD, pH del agua y la temperatura. (Barrenechea, s.f.)

#### ✓ **Demanda Química de Oxígeno**

Corresponde a la cantidad de oxígeno que consumen los cuerpos reductores que se encuentran en un agua donde no intervienen organismos vivos.

La eliminación de la MO se realiza por el proceso de filtración, coagulación-floculación y la sedimentación. Por lo tanto, cuando el agua cruda posee una carga orgánica y bacteriana muy elevada, la DBO<sub>5</sub> puede llegar a valores muy altos, será pertinente una precloración, la cual debe constituirse en un proceso controlado. Lo ideal es que las fuentes de agua cruda no presenten una carga orgánica elevada que servirían para consumo humano. (Barrenechea, s.f.)

#### ✓ **Demanda Bioquímica de Oxígeno**

Equivale a la cantidad de oxígeno que se necesita para descomponer la MO por acción bioquímica aerobia. Debe expresarse en mg/L. la ejecutan sustancias como compuestos químicos reductores, las sustancias carbonadas y nitrogenadas. (Barrenechea, s.f.)

#### ✓ **Oxígeno disuelto**

Proveniente del aire y es indispensable su presencia en el agua. La escasez de OD en el agua representa un indicador de contaminación, debido a la materia orgánica presente o a una

intensa cantidad de bacterias.

A continuación, en la tabla 3 se muestran los parámetros con el valor máximo permitido para OD. (Barrenechea, s.f.)

***Tabla 3 oxígeno disuelto y sus valores máximos permitidos***

Parámetro	valor máximo en agua fría dulce	valor máximo en agua cálida dulce	valor máximo en agua marina
Oxígeno disuelto(mg/L)	5,0	4,0	4,0

#### **4.3.4 Características microbiológicas del agua**

El objeto de estudio de estas características es descubrir la presencia de bacterias y microorganismos patógenos en el agua como:

Contaminación fecal, lixiviados de rellenos sanitarios, vertimientos o infiltración de aguas residuales sin previo tratamiento o déficit de tratamiento, infiltraciones de tanques sépticos, escorrentía pluvial e inundaciones. (Barrenechea, s.f.)

## 5. Marco Normativo

*Tabla 4 decretos para el recurso hídrico en Colombia*

DECRETOS	DESCRIPCIÓN
<b>Decreto 1640 de 2012.</b>	Este decreto reglamenta los instrumentos para la ordenación, manejo de cuencas hidrográficas, planificación y acuíferos.
<b>Decreto 3930 de 2010</b>	Este decreto reglamenta por partes el Título I de la Ley 9ª de 1979, el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto ley 2811 de 1974 en todo lo relacionado con usos del agua y residuos líquidos. Se da a conocer otras disposiciones.
<b>Decreto 1575 de 2007</b>	Se crea el sistema para la protección y control de la calidad de agua apta para consumo humano.
<b>Decreto 1480 de 2007</b>	En este se da prioridad a nivel nacional la intervención y ordenamiento de algunas cuencas hídricas y se dan otras disposiciones.
<b>Decreto 1323 de 2007</b>	Se crea el SIRH.
<b>Decreto 1594 de 1984</b>	Establece por partes el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en lo relacionado con recursos líquidos y los diferentes usos del agua.
<b>Decreto 3102 de 1997</b>	En este decreto se modifica la ley 373 de 1997 en el artículo 15 que se relaciona con las no aguas marinas y se modifica parcialmente la ley 23 de 1973
<b>Decreto 1541 de 1978</b>	Por medio de este decreto está reglamentada la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De aguas no marítimas" y en parte la Ley 23 de 1973.
<b>Decreto 2314 de 1986</b>	Concesión de aguas.
<b>Decreto 1681 de 1978</b>	En este decreto se formulan en la parte X del libro II decreto - ley 2811 de 1974 que habla de los recursos hidrobiológicos y en su totalidad la ley 23 1973 y el decreto –ley 376 e 1957.
<b>Decreto 475 de 1998</b>	Este decreto permite generar las normas técnicas de calidad del agua potable
<b>Decreto 1729 de 2002</b>	En el decreto –ley 2811 de 1974 que trata de las cuencas hídricas se modifica la parte XIII, capítulo III y el título 2, de forma parcial de la ley 99 de 1993 el artículo 5º el numeral 12

***Tabla 5 leyes sobre el recurso hídrico en Colombia***

<b>LEYES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Ley 373 de 1997</b>	Esta ley es la que instituye el programa de ahorro y uso eficiente del agua.
<b>Ley 99 de 1993</b>	Se reordena el sector público que se encarga de gestionar y conservar el medio ambiente y los recursos naturales que son renovables. Además, se reorganiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones.

***Tabla 6 Resoluciones sobre el recurso hídrico en Colombia***

<b>RESOLUCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Resolución 0631 de 2015</b>	Se crean parámetros y valores máximos permitidos para los vertimientos que son puntuales en aguas superficiales y a sistemas de alcantarillado públicos.
<b>Resolución 1207 de 2017</b>	Esta resolución se encarga de adoptar todas las disposiciones relacionadas con el uso de las aguas residuales que son tratadas.
<b>Resolución 1907 de 2013</b>	En esta se expide la Guía Técnica para la formulación de los Planes de Ordenación y Manejo adecuado de Cuencas Hidrográficas.
<b>Resolución 1514 de 2012</b>	Esta resolución adopta todos los Requisitos de Referencia requeridos para elaborar el Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.
<b>Resolución 0941 de 2009</b>	Se crea el SIUR (subsistema de información sobre uso de recursos naturales renovables) y el RUA (registro único ambiental)
<b>Resolución 2115 de 2007</b>	Resolución 2115 de 2007 Se crean estrategias de control y vigilancia para agua de consumo humano
<b>Resolución 2145 de 2005</b>	La Resolución 1433 sobre planes de saneamiento y manejo de vertimientos PSMV de 2004 se modifica.
<b>Resolución 104 de 2003</b>	se clasificación y se da prioridad a las cuencas hidrográficas estableciendo parámetros y criterios de calidad
<b>Resolución 0643 de 2004</b>	El decreto 1200 de 2004 en su artículo 11 se establecen indicadores mínimos que tata.

## 6. Metodología

Para el desarrollo del tema propuesto en este proyecto aplicado se decidió trabajar en el Municipio de Santander de Quilichao Cauca y se desarrolló la investigación en el río Quilichao de este municipio, el cual baña la cabecera rural y la zona urbana de la población siendo este el afluente más importante para el sector ya que es utilizado para el abastecimiento de la comunidad, el tratamiento adecuado y necesario para el consumo humano lo da el acueducto Emquilichao del mismo municipio.

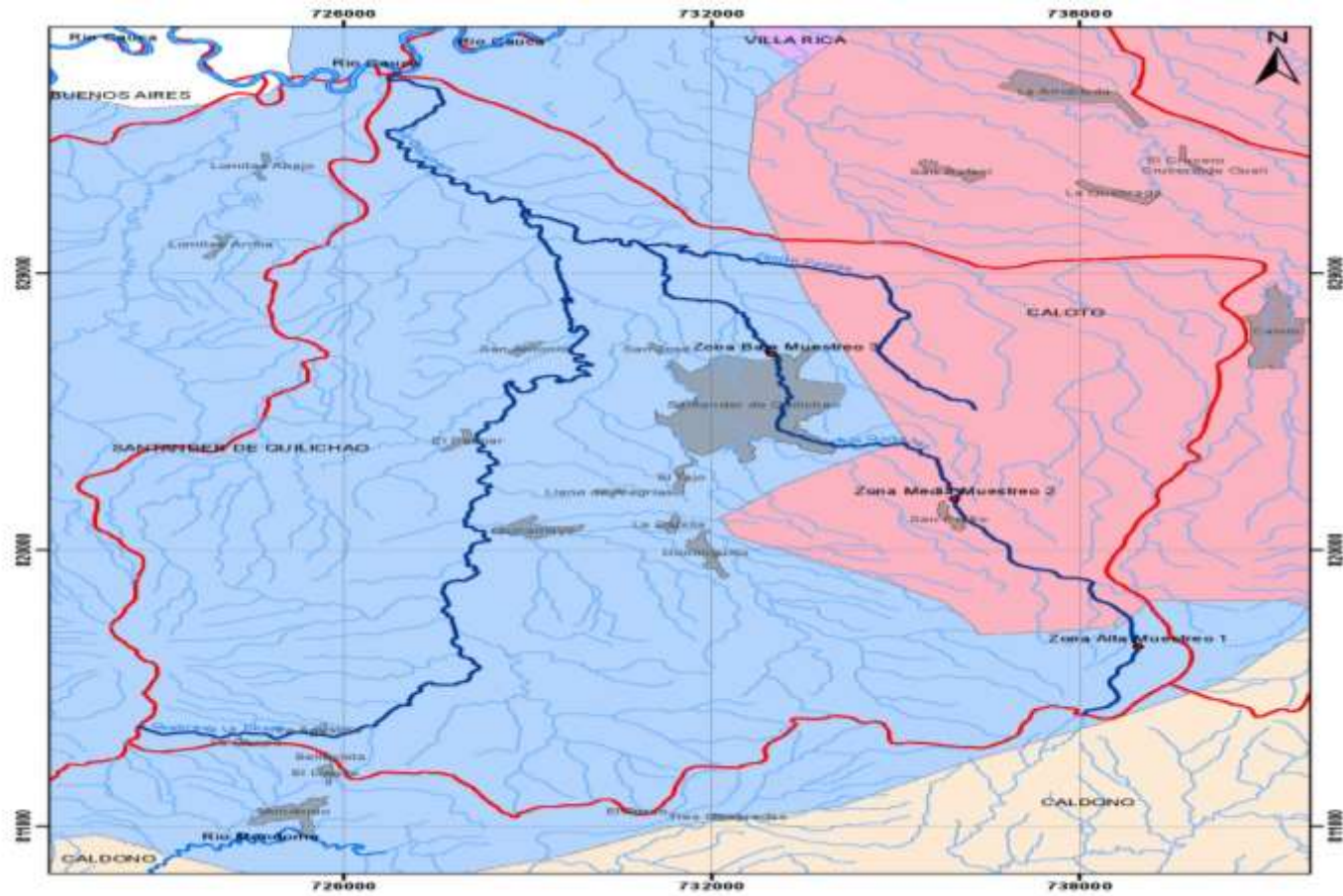
Para el desarrollo de esta propuesta análisis de la calidad del agua en el río Quilichao del municipio de Santander de Quilichao fueron seleccionados únicamente tres puntos de muestreo, ellos son: nacimiento, parte media y parte baja del afluente, debido a que es una investigación autofinanciada por las autoras del documento y realizar selección de más puntos resulta inviable en términos económicos para los parámetros fisicoquímicos evaluados (T y pH con muestras puntuales tomadas in situ y en el laboratorio se analizaron DQO y OD). Para tener certeza y confianza en los resultados obtenidos, se realizaron los análisis mediante un laboratorio acreditado ubicado en la ciudad de Cali, en este caso se accedió al laboratorio HIDROAMBIENTAL LTDA., quienes brindaron los lineamientos adecuados para una correcta manipulación, identificación, protección, conservación y preservación de las muestras. El laboratorio suministró los materiales y reactivos necesarios, entre estos: nevera, frascos limpios para determinar OD y recipientes plásticos con su respectivo conservante como es  $H_2SO_4$  para poder determinar DQO en laboratorio, estos análisis se realizaron por medio del método de reflujo abierto, titulométrico para las muestras de DQO y método de electrodo de membrana para las muestras de OD, con base a procedimientos de los standard methods (sm) (edición 22-2012)-0 EPA y en los protocolos respectivos según el IDEAM y del Instituto Nacional de Salud esto según información del laboratorio. Ver tabla 7.

***Tabla 7 Materiales e insumos utilizados para el muestreo***

<b>Materiales</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Elementos de protección personal EPP</b>
Phmetro, Termómetro de aguas, nevera de icopor para conservación, Pilas de gel congeladas, 6 Frascos plásticos rotulados, 2 Jarras, Marcador, Reloj, Agua estéril, Tijeras, Cámara fotográfica, Lapiceros, Agenda, Computador, Mesa.	Ácido sulfúrico H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ropa adecuada Guantes de látex Botas de agua Tapaboca

Los puntos de muestreo seleccionados para el presente proyecto aplicado se observan en la Figura 2.

## 6.1 Selección de los puntos de muestreo



**Figura 2** Localización puntos de muestreo, Mapa Hidrológico - límites municipales

(IGAC, s.f.) Ver puntos de muestreo en color rojo

#### 6.1.1 Primer punto de muestreo: Nacimiento de la cuenca

La primera toma se realizó en la parte alta del municipio aproximadamente a 17 km de la cabecera municipal de Santander de Quilichao donde nace del afluente en cercanía a la vereda Guayabal, el agua observada es limpia cristalina sin olor alguno aparentemente pura, para la primera toma con la técnica adecuada se procede a rotular los frascos y con técnica del método electrónico se determina PH y T, se registra los datos obtenidos y se toman evidencias fotográficas, para la toma de la muestra de DQO se toma en tres puntos del río, en el centro, 30mc a la derecha y 30cm a la izquierda para tener una muestra integrada esto con el objetivo de mezclar el agua y tener una mejor concentración, se almacena el primer frasco de muestreo rotulado con zona alta el cual tiene su respectivo conservante  $H_2SO_4$  se tapa y se lleva a la nevera de icopor para conservación a una temperatura aproximada de 4°C.

Para la toma de muestra de O.D se toma la muestra de un solo punto muestra simple en este caso centro del río para evitar que el oxígeno disuelto determinado en laboratorio no sufra cambio alguno o se vea alterado por el oxígeno del medio ambiente se toma con la técnica indicada se abre el frasco en el fondo del agua se llena e inmediatamente se tapa evitando entrada de oxígeno ambiente se lleva a nevera.

#### **Muestreo in si tu pH y T**

En el primer punto se toma una cantidad de agua, muestra puntual del centro del afluente con phmetro previamente calibrado y lavado con agua estéril, el agua aún se observa limpia y sin olor alguno, se toma pH se mira el valor dado y se registra, se vuelve a tomar muestra de dos puntos diferentes y se mide el pH para poder determinar cambios y promedio, se toma una muestra puntual de agua y con termómetro previo lavado con agua esteril se procede a medir la T. Las Fotografías 3 y 4 evidencian el muestreo realizado.





*Fotografía 3 Toma de muestras de agua en el nacimiento de la cuenca*



*Fotografía 4 Toma de pH y T en el nacimiento de la cuenca*

6.1.2 Segundo punto de muestreo: recorrido por el casco urbano

#### **Muestreo in si tu pH y T**

La segunda toma de muestra de agua se realizó en la zona media ubicada a 6.25 km de la primera toma, en el sector conocido como Gualanday de la vereda San Pedro, siendo las 9:40 a.m. se realiza el mismo procedimiento al igual que la primera muestra para la toma de pH-

T-OD-DQO, en este punto el agua se observa aún limpia sin olor ni sedimentos. Las fotografías 5 y 6 presentan el muestreo realizado en el punto.



***Fotografía 5 Toma de muestras de agua en la zona media de la cuenca***



***Fotografía 6 Toma de pH y T en la zona media de la cuenca***

### 6.1.3 Tercer punto de muestreo: desembocadura vía panamericana

### **Muestreo in si tu pH y T**

La tercera muestra se obtuvo en la zona baja sobre la vía panamericana que comunica Santander con Jamundí a 7.37 km después de la segunda toma, siendo las 10.10 am se toman las respectivas muestras con la técnica adecuada, se puede observar la contaminación a su alrededor por los habitantes de la calle que viven a las orillas del afluente, el agua se torna turbia con un color azul oscuro, se observa sedimentos y se siente olor algo desagradable. Se toman muestra simple para OD y una muestra integrada para determinar DQO in situ para pH y T en laboratorio previa conservación . Ver fotografías 7 y 8.



***Fotografía 7** Recipientes de la toma de muestra de parámetros fisicoquímicos en el punto tres (desembocadura de la cuenca).*



***Fotografía 8** Toma de muestras en el punto tres para determinar DQO*

## **6.2 Conservación, toma, transporte y análisis de muestras de agua**

Para la conservación de las muestras se utilizó nevera de icopor con bolsas de gel congeladas manteniendo temperatura de 4°C, una vez terminada la toma de las muestras es sellada completamente la nevera de icopor.

Las muestras fueron trasladadas a la ciudad de Cali hacia el laboratorio Hidroambiental, con los parametros adecuados y necesarios de acuerdo a la norma se determinó DQO y el OD siendo las 12:07pm se entregan a laboratorio la nevera con las respectivas muestras, cuyos resultados se obtuvieron pasados 12 días hábiles después de la realización del muestreo.

## 7. Análisis de resultados

### 7.1 Resultados de parámetros fisicoquímicos en cada punto de muestreo

Tras realizarse la toma de muestras en los tres puntos de muestreos específicos se obtuvieron los siguientes valores (ver tablas de la 8 a la 13 y gráficas de la 1 a la 4) para cada parámetro fisicoquímico establecido:

- ✓ Primer punto de muestreo, nacimiento de la cuenca:

***Tabla 8 valores de pH y T en el nacimiento de la cuenca***

Hora	Lugar	Punto	Valor T°	Valor PH
8:32 am	Rio Quilichao	Zona alta	15°C	1 toma 7.60 2 toma 7.52 3 toma 7.49 <b>Promedio 7.5</b>

***Tabla 9 valores de DQO y OD en el nacimiento de la cuenca***

Parámetro analizado	unidad	Método utilizado basado en el standard methods (sm) (edición 22-2012)-0 epa	fecha	Concentración muestra
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	Sm 5220 B. Método de reflujo abierto, titulométrico	18-07-18	Menor de 16
Oxigeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	Sm 4500 O. G Método de electrodo de membrana	12-07-18	5,98

- ✓ Segundo punto de muestreo, parte media de la cuenca

***Tabla 10 Valores de pH y T de la cuenca cuando atraviesa el casco urbano***

Hora	Lugar	Punto	Valor T°	Valor PH
9:40 am	Rio Quilichao	Zona media	18°C	1 toma 7.82 2 toma 7.77 3 toma 7.77 <b>Promedio 7.8</b>

**Tabla 11 valores de DQO y OD en la parte media de la cuenca**

Parámetro analizado	unidad	Método utilizado basado en el standard methods (sm) (edición 22-2012)-0 epa	fecha	Concentración muestra
DQO	<i>mg O<sub>2</sub>/L</i>	Sm 5220 B. Método de reflujo abierto, titulométrico	18-07-18	Menor de 16
Oxígeno Disuelto	<i>mg O<sub>2</sub>/L</i>	Sm 4500 O. G Método de electrodo de membrana	12-07-18	6,61

✓ Tercer punto de muestreo, desembocadura de la cuenca

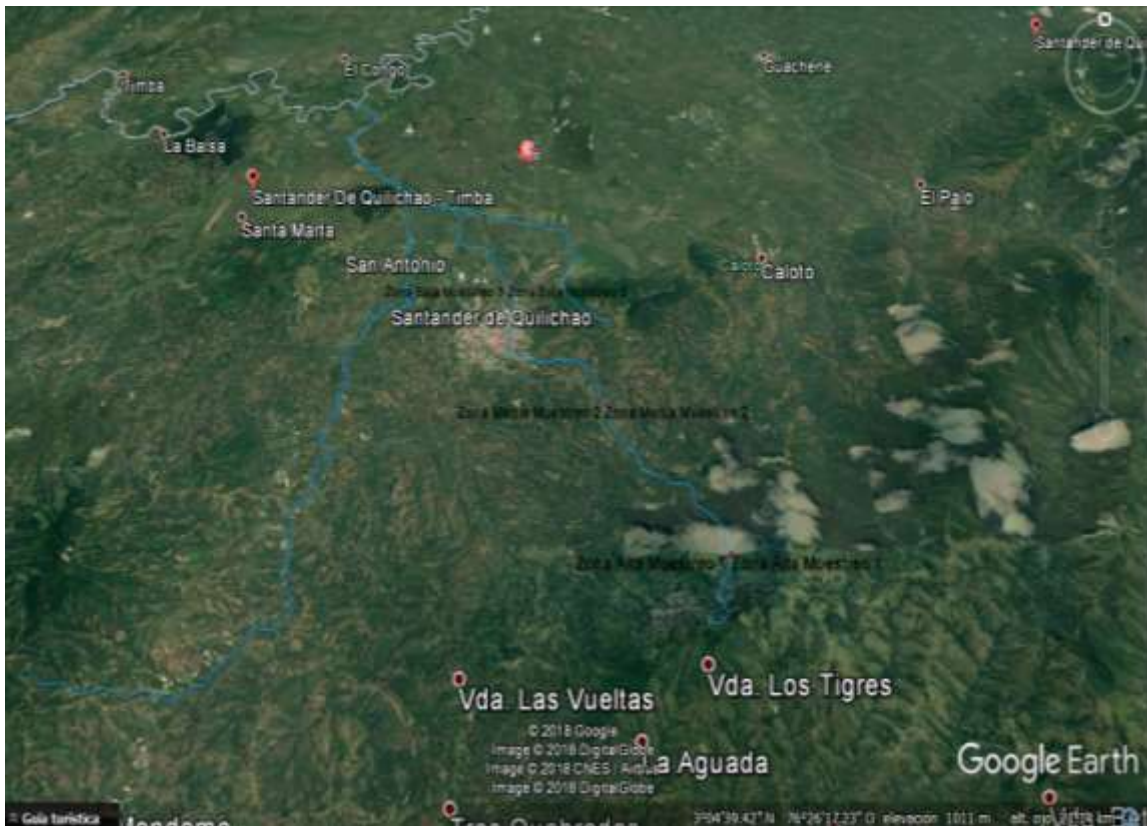
**Tabla 12 valores de pH y T en la desembocadura de la cuenca**

Hora	Lugar	Punto	Valor T°	Valor PH
10.10 am	Rio Quilichao	Zona baja	20°C	1 toma 7.69 2 toma 7.72 3 toma 7.66 <b>Promedio 7.78</b>

**Tabla 13 valores de DQO y OD en la desembocadura de la cuenca**

Parámetro analizado	unidad	Método utilizado basado en el standard methods (sm) (edición 22-2012)-0 epa	fecha	Concentración muestra
DQO	<i>mg O<sub>2</sub>/L</i>	Sm 5220 B. Método de reflujo abierto, titulométrico	18-07-18	Menor de 16
Oxígeno Disuelto	<i>mg O<sub>2</sub>/L</i>	Sm 4500 O. G Método de electrodo de membrana	12-07-18	5,14

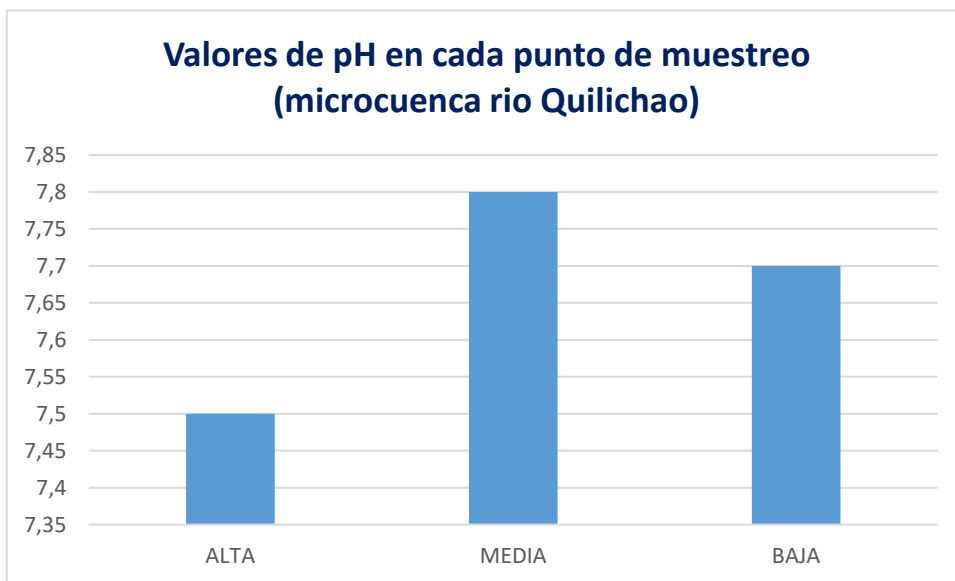




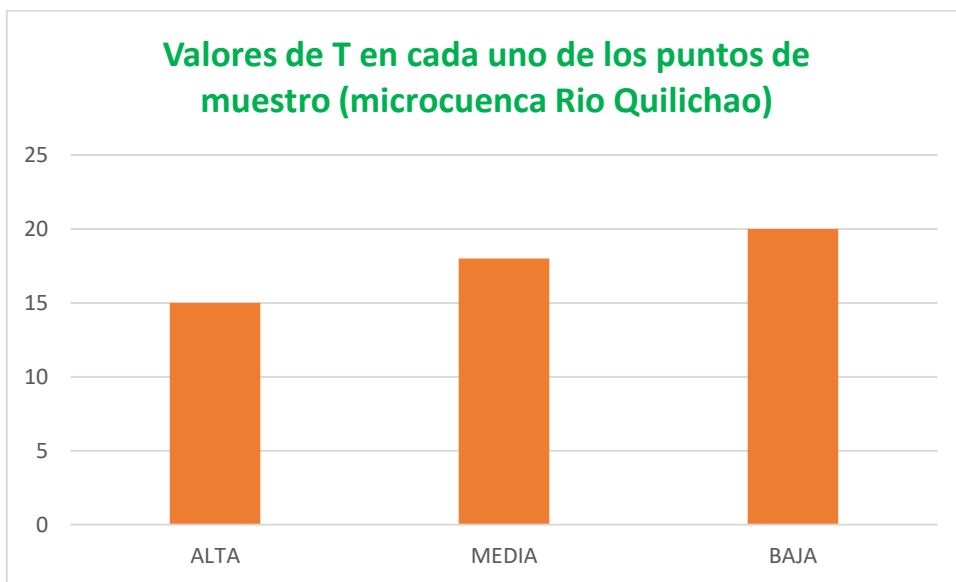
**Figura 3** Ubicación puntos de muestreo

FUENTE: (IGAC, s.f.)

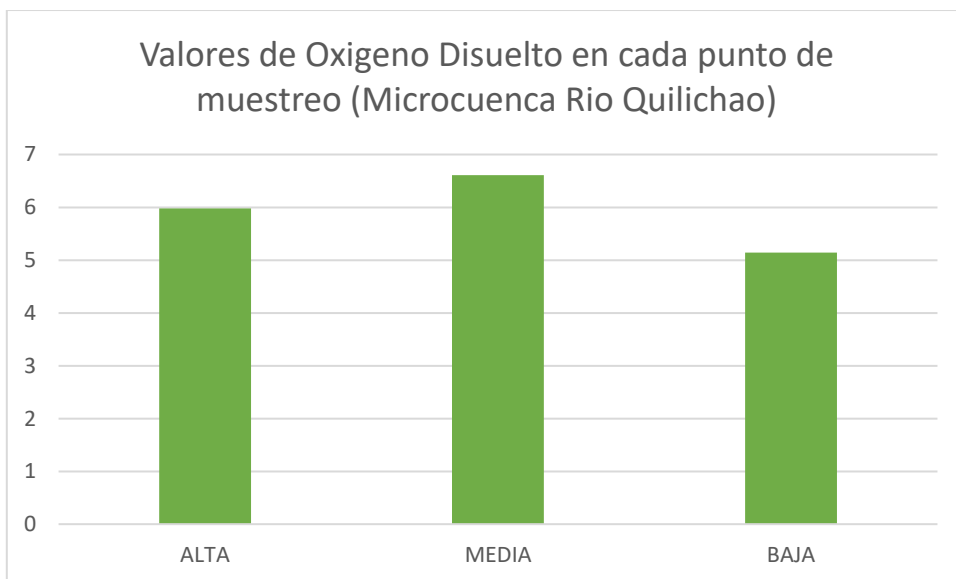
Las siguientes gráficas presentan los valores de pH, T, OD, DQO y tabulados para la cuenca alta, media y baja del río Quilichao.



***Grafica 1 Valores de pH***

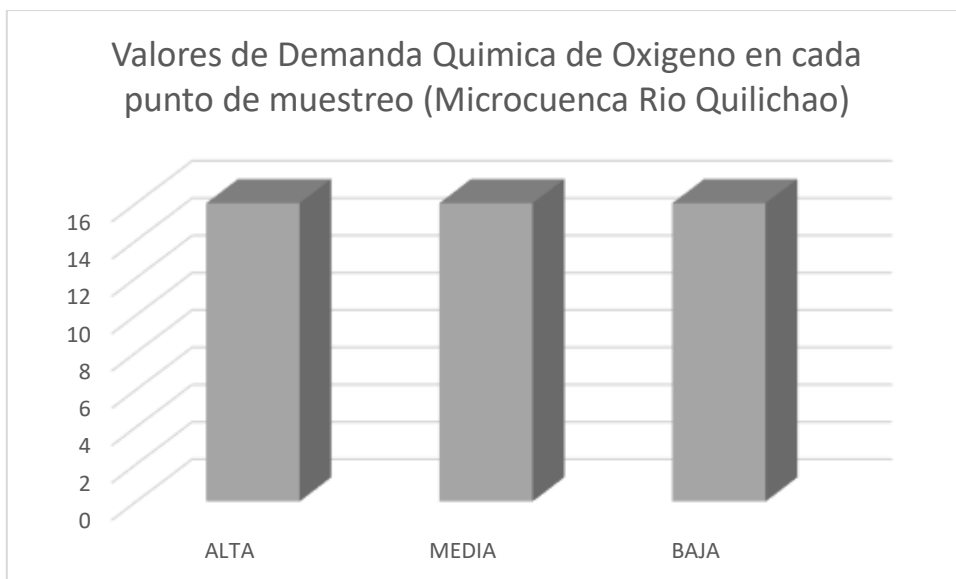


***Grafica 2 Valores de Temperatura***



***Grafica 3 Valores de Oxígeno Disuelto***





***Grafica 4 Valores de Demanda Química de Oxígeno***

De acuerdo a los resultados de los tres puntos de muestreo (nacimiento, parte media y salida del municipio) se puede dar un análisis general de cada parámetro y relacionarlo con las observaciones del contexto, de esta manera se puede encontrar que:

Con respecto a la temperatura, ésta es más baja en el nacimiento que en la salida del municipio (15 °C y 20°C respectivamente), aunque es de suponerse que la temperatura de un afluente de agua no es constante en todo su recorrido, la diferencia de éstos 5°C puede ser porque el nacimiento es en una zona alta de montaña donde la temperatura ambiental es menor (Zona media- Vereda Guayabal temperatura promedio ambiental 20°C), y a medida que el agua entra al municipio la temperatura ambiental aumenta, ya que la parte urbana de Santander de Quilichao tiene una temperatura promedio de 23°C (Clima-data.ORG, 2018) lo cual se ve reflejado en el agua del río.

Comparando el pH en los puntos de zona alta, media y salida del municipio (7.5, 7.8 y 7.8 respectivamente) se puede observar que este valor aumenta a medida que el agua del río pasa por el municipio, éste pequeño cambio puede ser consecuencia de los vertimientos que llegan al río por el uso de sustancias básicas como los jabones y detergentes, ya que en la zona rural y parte de la zona urbana existen sitios donde se ubican personas llamadas lavanderas que se dedican a lavar su ropa y otros enseres dentro del río, además de las zonas donde se dedican

a los cultivos de pan coger, cría de especies mayores y menores como el ganado, los cerdos, las aves, entre otros donde usan el agua del río para lavar las cocheras y todo estos residuos caen al río afectando su pH, y posiblemente otros parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Dado que el pH es una medida de la acidez de una sustancia en este caso un pH con un valor de 7.0 o cercano a él indica una neutralidad del medio, lo cual es ideal en el agua.

Otro parámetro medido fue el Oxígeno disuelto (OD), el cual tuvo una variación en los tres puntos: Parte alta:5,98, parte media:6,61 y salida del municipio: 5,14, como se puede observar el valor más alto es en la parte media y el menor valor es cuando sale del municipio, esto posiblemente se debe a que en la parte media hay varias pequeñas caídas de agua y muchas piedras lo que ocasiona que el agua vaya adquiriendo en cada caída que el oxígeno del aire se incorpore al agua y aumente su concentración arrojando éstos valores, en comparación con el agua que sale del municipio ( zona baja) donde el agua tiene menos corriente y menos caídas, además donde ya ha sido receptor de contaminación de viviendas aledañas.

El valor de la demanda química de oxígeno (DQO) fue estable en todos los puntos arrojando un valor menor a 16 mg/L. Es un valor bajo realmente, lo que indica que el río no está contaminado como se esperaba, sin embargo estos cambios en los parámetros en la parte baja indican que las condiciones podrían ser mejoradas en el cauce si se toman medidas de precaución y descontaminación en los puntos antecesores. Los resultados también permiten conocer que aunque el río no presenta condiciones críticas podría en un futuro si las condiciones de urbanización se aumentan verse afectado causando así su deterioro en mayor escala.

Cabe destacar que el agua del río recibe un tratamiento de potabilización cerca de la zona media, donde la empresa Emquilichao realiza los ajustes necesarios para que el agua sea apta para el consumo humano y la distribuye en la mayor parte del municipio.

Las normativas que regulan el uso del agua en Colombia son únicas para cada uso, sin embargo, no existe una normativa específica para caracterizar el agua de un río de forma general. Los parámetros analizados en esta investigación se da una pauta de los posibles usos

que pueda tener el agua del río Quilichao, aunque este río es considerado uno de los ríos más limpios que pasa por un municipio en Colombia (Perlaza & Gonzales s.f), lo que origina que no se evidenciaron niveles de contaminación elevados en termino de los parámetros fisicoquímicos evaluados. Este tipo de agua puede cumplir con algunos de los requerimientos de calidad establecidos en el decreto 1594 de 1984 con respecto al pH donde en la mayoría de valores debe estar entre 5.0 y 9.0 unidades, aunque se debe tener en cuenta que no se midieron los demás parámetros fisicoquímicos y microbiológicos porque cada uno de éstos es específico de acuerdo al uso.

Para los habitantes del sector de San Pedro es muy favorable los resultados obtenidos mediante el análisis de calidad de agua del río Quilichao, en termino de los parámetros fisicoquímicos T, DQO, OD y pH puesto que en las muestras analizadas los parámetros de contaminación son mínimos lo que favorece la agricultura, ya que al considerarse limpias y baja en contaminantes ayuda a la agricultura con la implementación de un sistema de riego que permitan mantener continuamente un bulbo de humedad en el sistema de raíces que faciliten el aumento de la agricultura y la producción de alimentos ya que la siembra de los diferentes productos agrícolas no se verán afectados, contaminados o quemados y pueden ser regados con el agua corriente del río, de igual manera se puede dar a beber esta agua a los diferentes animales de campo pues no afectará su salud, se podrá lavar sus establos conservándolos limpios y fuera de agentes que pueden alterar su desarrollo.

En cuanto al uso para consumo humano algunas veredas del sector como en la parte alta y media se abastecen directamente del río y toman de esta agua sin previo tratamiento los análisis arrojados dan a conocer que no hay problemas de contaminación que pueda generar afectación en la salud de los pobladores, el agua del río Quilichao es tratada por la empresa de acueducto Emquilichao del cual se abastece gran parte del casco urbano del municipio.

## **7.2 Ejecución y análisis de las encuestas**

El día 16 de agosto de 2018 se realizó la socialización del proyecto aplicado con las familias aledañas a la zona media donde atraviesa el río la cuál es el principal foco donde los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos resultaron un poco más elevados en comparación a la zona alta y baja del río. Se realizaron 20 encuestas que constaban de 10

preguntas cada una (ver anexo 1), estas se realizaron a personas de la vereda de San Pedro cuyos resultados se mostrarán en la tabulación y análisis.

Las personas seleccionadas para realizar las encuestas fueron adultos que oscilan entre los 35 y 50 años, teniendo en cuenta que estos son antiguos pobladores de la vereda San Pedro y tienen más conocimiento sobre el estado del río; estas personas se convocaron puerta a puerta y las encuestas se realizaron en sus viviendas y sitios de trabajo; las preguntas resueltas por estas personas fueron de selección múltiple y una abierta; cada persona tardó en contestar las preguntas aproximadamente 15 minutos donde también se dio a conocer el objetivo del proyecto.



***Fotografía 9*** Encuesta aplicada a los señores Alfonso y Hernán Ortega por estudiante Dorys Rocio Vallejos



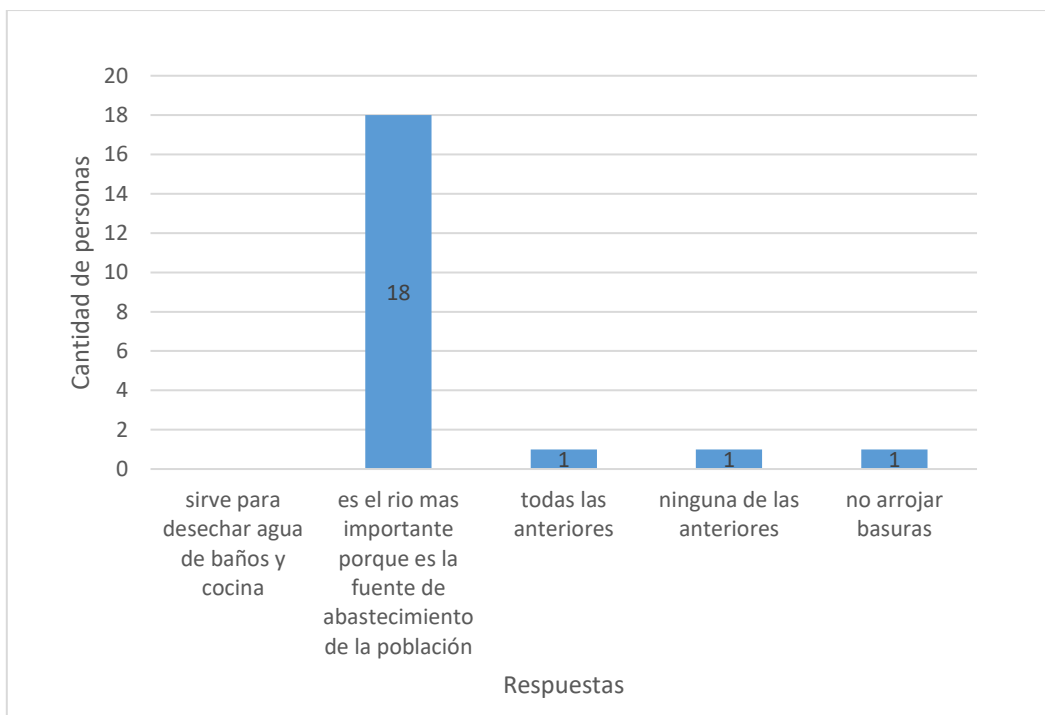
*Fotografía 10 Encuesta aplicada a la señora Marisol Guasaquillo por estudiante Martha Lorena Peña*

### **7.2.1 Tabulación y análisis de datos**

En las 20 encuestas realizadas se obtuvieron los siguientes datos, respuesta indica la opción seleccionada y cantidad el número de personas que seleccionaron cada una de las respuestas:

#### **1 ¿Por qué usted cree que el río Quilichao es importante?**

RESPUESTA	CANTIDAD
sirve para desechar basuras	
sirve para desechar agua de baños y cocina	
es el río más importante porque es la fuente de abastecimiento de la población	18
todas las anteriores	1
ninguna de las anteriores	1

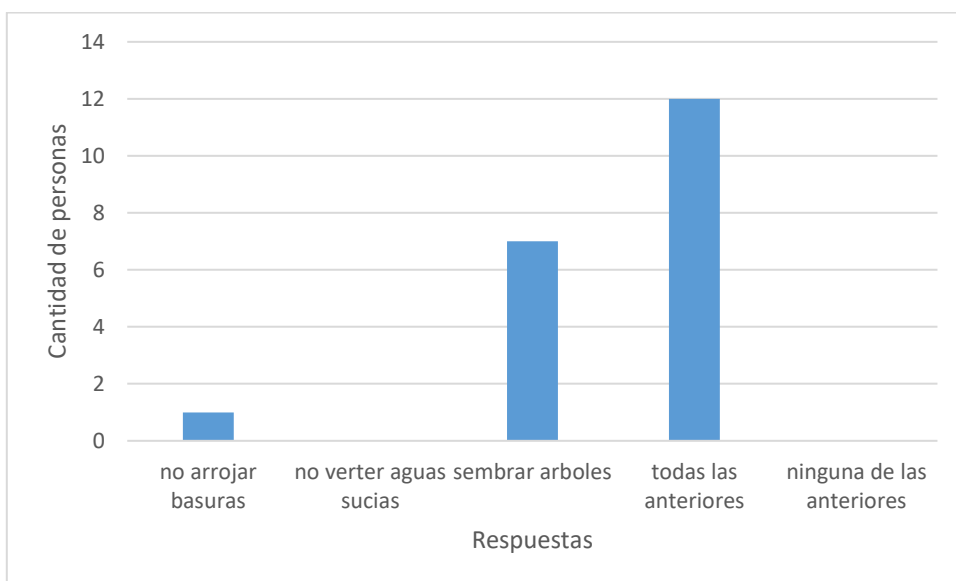


**Graficas 5** respuesta al por que se considera importante el río Quilichao

De acuerdo a las respuestas obtenidas se puede analizar y concluir que el 100% de las 20 personas encuestadas consideran que el rio Quilichao es muy importante porque es la principal fuente de abastecimiento de su comunidad.

## 2 Cuáles son las medidas más importantes que Usted considera para proteger el rio Quilichao?

RESPUESTA	CANTIDAD
no arrojar basuras	1
no verter aguas sucias	
sembrar arboles	7
todas las anteriores	12
ninguna de las anteriores	

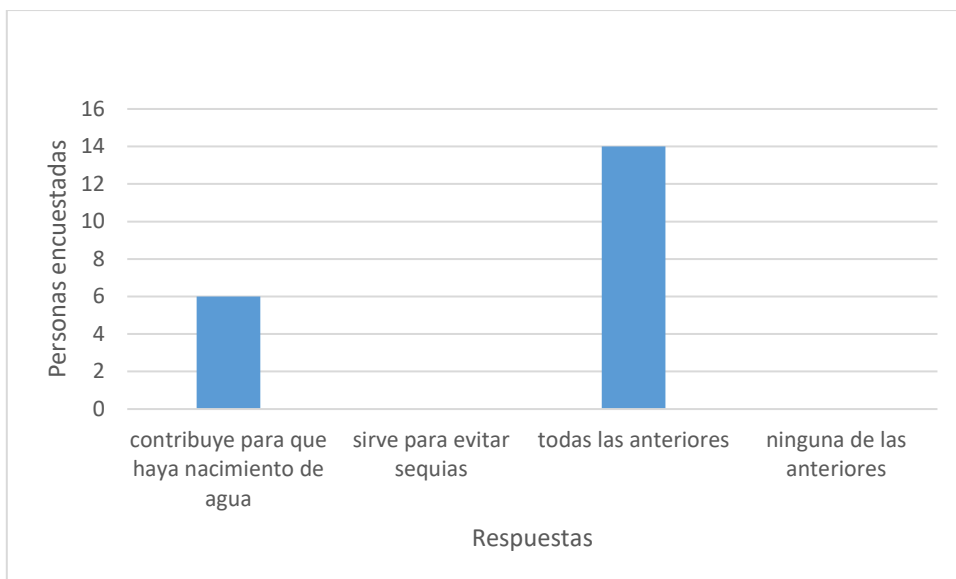


### ***Graficas 6 medidas más importantes para proteger el río***

Las personas encuestadas consideran en su mayoría que las medidas más importantes para proteger el río radican en: no arrojar basuras a la cuenca, no verter aguas sucias porque esto altera el estado del río, además piensan que sembrar árboles es un punto importante cuando de proteger el río se trata.

### **3 Por qué cree usted que es importante la reforestación de la cuenca río Quilichao?**

RESPUESTA	CANTIDAD
ayuda a la supervivencia de los animales	
contribuye para que haya nacimiento de agua	6
sirve para evitar sequias	
todas las anteriores	14
ninguna de las anteriores	

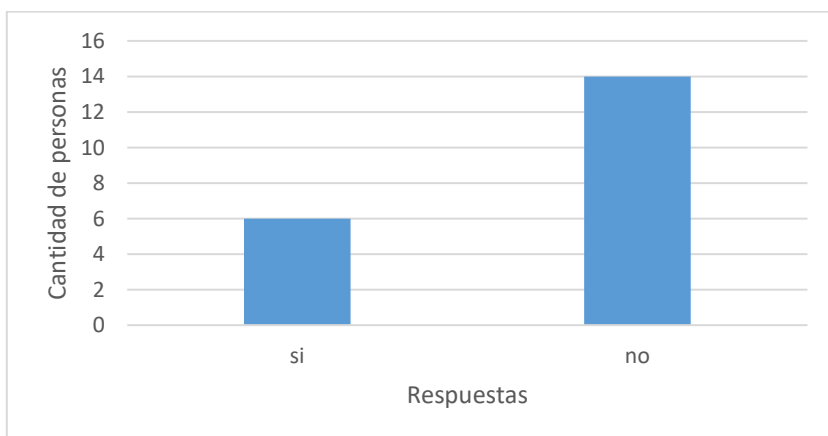


***Graficas 7 importancia de la reforestación del río Quilichao***

Los encuestados indicaron que la reforestación es muy importante porque ayuda a la supervivencia de los animales, contribuye al nacimiento de agua y así se pueden evitar las sequías en el río.

#### **4 Usted conoce casos de contaminación por minería en el río Quilichao?**

RESPUESTA	CANTIDAD
Si	6
No	14



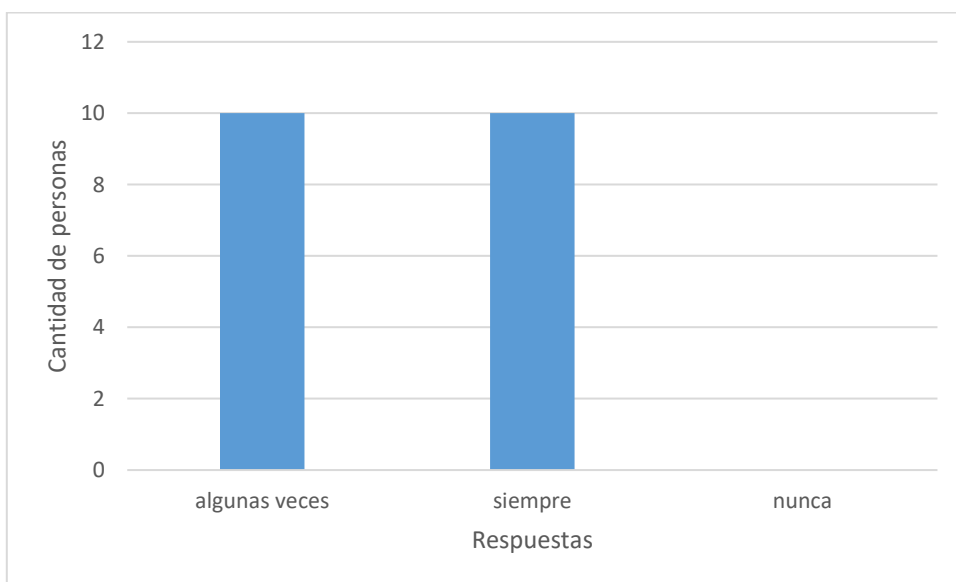


### ***Graficas 8 Casos de minería en el río Quilichao***

El 80% de las personas encuestadas niegan conocer casos de contaminación en el río, mientras que el otro 20% lo afirma, indicando que en la parte alta de la cuenca y veredas aledañas como el Guayabal y el Carmen se ha llegado a practicar minería ilegal lo cual consideran puede estar ocasionando casos de contaminación en el río.

### **5 ¿Usted cree que las autoridades competentes (CRC, Emquilichao) están al cuidado de la cuenca río Quilichao?**

RESPUESTA	CANTIDAD
algunas veces	10
siempre	10
Nunca	0

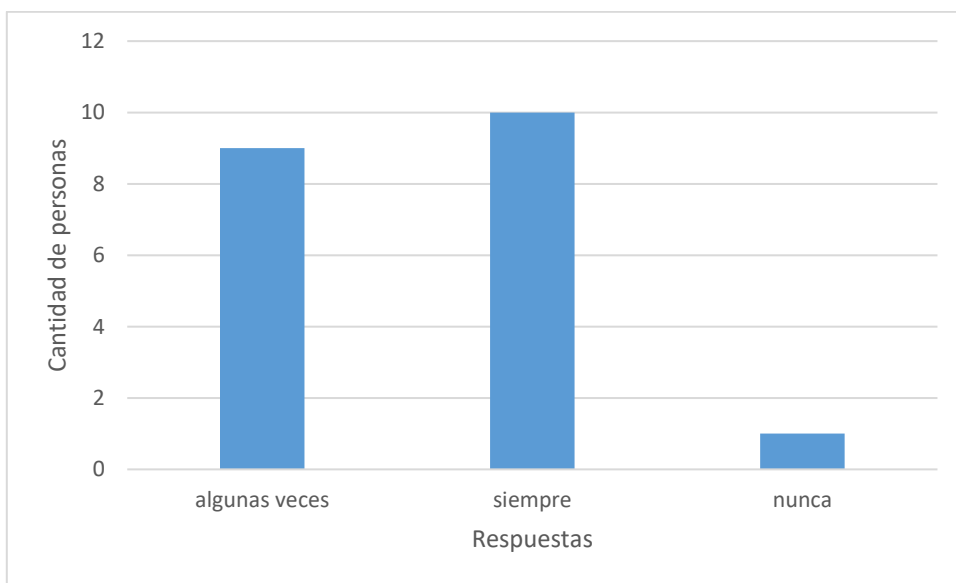


### ***Graficas 9 cuidado de las autoridades competentes a la cuenca río Quilichao***

Un 50% de la población encuestada asegura que solo algunas veces las autoridades ambientales han estado cuidando la cuenca, mientras que el otro 50% de la población aseguran que nunca han visto o se han enterado de que las autoridades competentes estén al cuidado de esta importante fuente hídrica, lo que significa el anonimato en el cuál se ha tenido el río Quilichao sin considerar que es una de las principales fuentes de abastecimiento de agua de la población Quilichagueña y veredas aledañas como lo es San Pedro.

## 6 En su familia toman medidas para evitar la contaminación del agua?

RESPUESTA	CANTIDAD
algunas veces	9
siempre	10
nunca	1

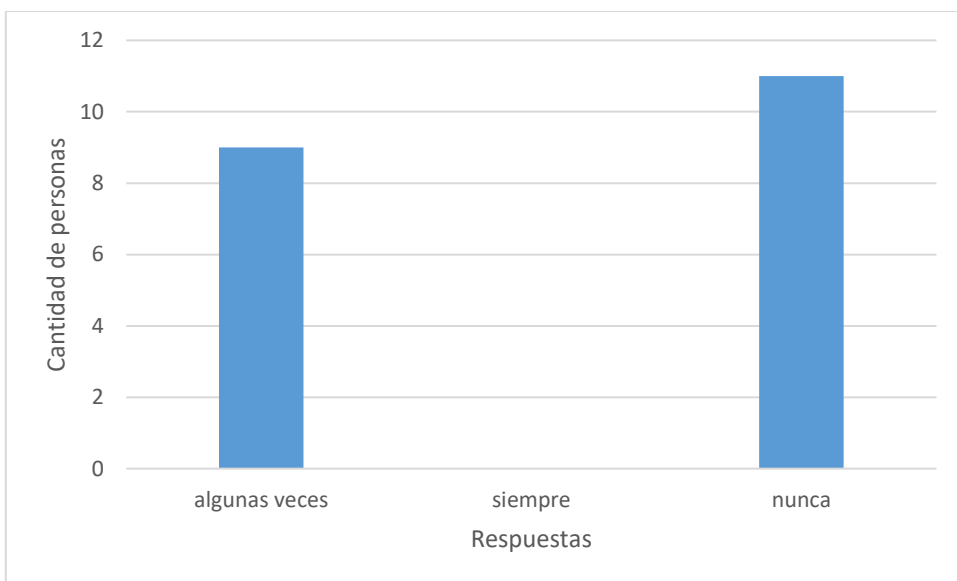


**Graficas 10** Frecuencia con la que las familias toman medidas para disminuir la contaminación del agua.

El 50% de los habitantes aseguran que toman medidas para evitar la contaminación del agua, un 45% afirman que solo en ocasiones ayudan a evitar la contaminación en el río y el otro 5% afirmó que nunca toman medidas para evitar la contaminación. Las medidas que ellos aseguran que practican son: no arrojar basuras al río, confiesan que se está realizando el reciclaje en su comunidad lo que ha disminuido en gran parte la contaminación del río, otros pobladores manifestaron mantener pendientes de que los turistas dejen el río limpio cuando hacen actividades de recreación y esparcimiento en el río lo cual es muy común en los fines de semana y los festivos.

## 7 Su comunidad es orientada por la entidad ambiental del municipio para evitar y minimizar la contaminación del río?

RESPUESTA	CANTIDAD
algunas veces	9
siempre	0
nunca	11

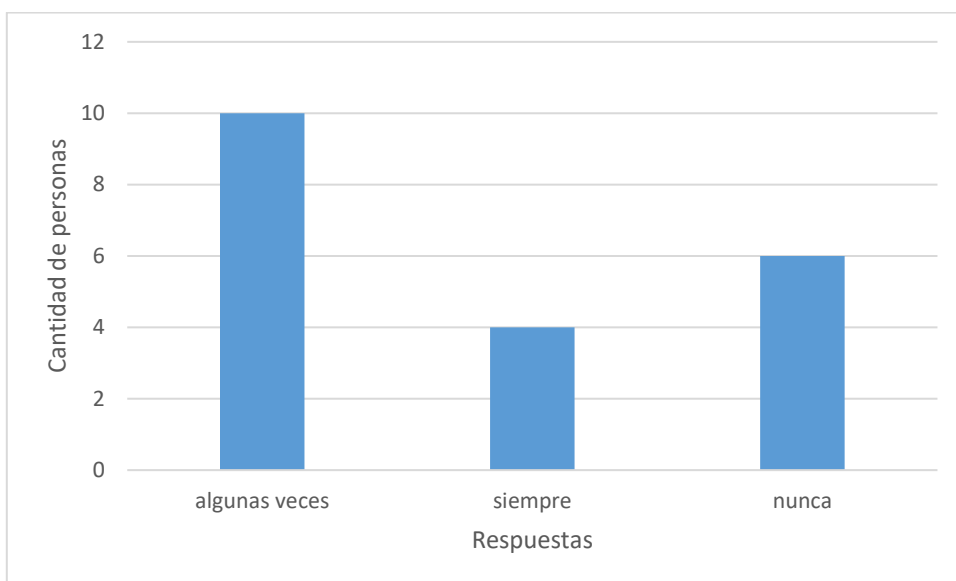


**Graficas 11** Ocasiones en que la comunidad es orientada por la autoridad ambiental para minimizar la contaminación hídrica

La mayor parte de las personas afirman que nunca han sido orientados por las autoridades ambientales del municipio, la otra parte manifiesta que algunas veces. Esto es resultado de que muchas personas no tengan conocimiento sobre cómo evitar y minimizar la contaminación del río y lo poco que han aprendido a hacer a favor del río son tradiciones de sus antepasados o debido a las intervenciones de la guardia indígena que son las personas que en gran parte han estado pendientes del río y castigando a personas que causan deterioro a esta fuente de agua.

#### 8 Participa en jornadas de limpieza en el río Quilichao?

PREGUNTA	CANTIDAD
algunas veces	10
siempre	4
nunca	6



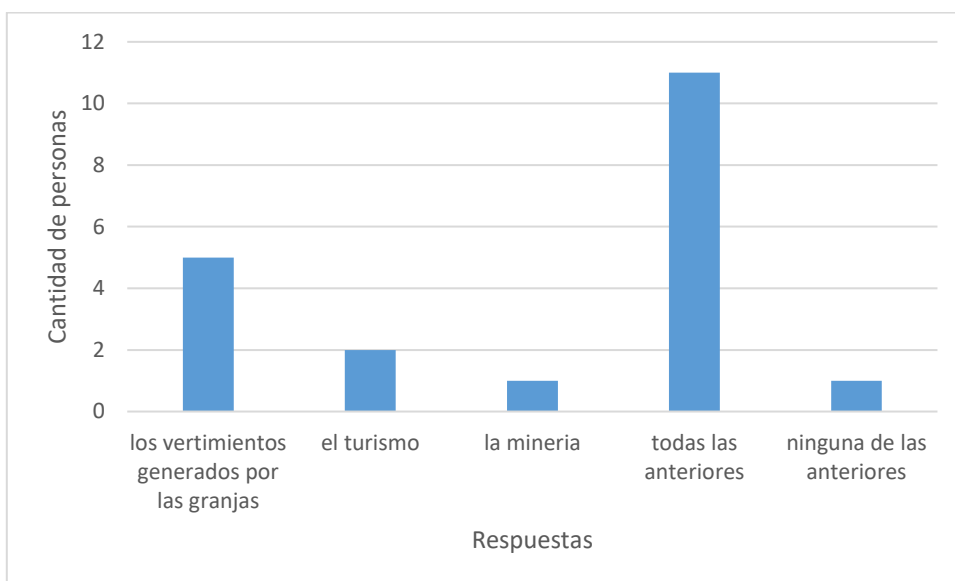
**Graficas 12** Nivel de participación de las personas en jornadas de limpieza al río

De acuerdo a las respuestas brindadas por los encuestados un 50% asegura que en algunas ocasiones ha participado en jornadas de limpieza en el río, otro 20% manifiesta que siempre lo hace y el 30% afirma que nunca han participado en jornadas de limpieza del río, esto indica una escasa participación de la comunidad en realizar limpiezas en el río, tal vez porque en la mayoría de ocasiones es el cabildo indígena que mantiene al tanto de esta situación.

#### 9 ¿Que considera usted que ha venido deteriorando el río en los últimos años?

RESPUESTA	CANTIDAD
los vertimientos generados por las granjas	5
el turismo	2
la minería	1
todas las anteriores	11
ninguna de las anteriores	1

### ***Aspectos que consideran los habitantes ha venido deteriorando el río***



***Graficas 13 Aspectos que consideran los habitantes que ha venido deteriorando el río.***

Lo que ha venido deteriorando el río en los últimos años según los habitantes ha sido en primer lugar los vertimientos generados por las granjas pues no es un secreto de que hay granjas en la zona y los mismos habitantes han sido testigos de los vertimientos que en algún momento han sido arrojados al río sin tratamiento alguno, por otro lado manifiestan que el turismo también ha deteriorado el río porque las personas que disfrutan de esta cuenca para hacer sus actividades de esparcimiento y recreación muchas veces talan árboles para llevar a cabo el famoso paseo de olla y dejan residuos sólidos en el río lo que ocasiona que el río se vea contaminado, algunos habitantes manifestaron que hay casos de minería pero en la parte alta de la cuenca como lo es en el sector conocido como el Carmen y Guayabal.

### **10 ¿Cómo desea ver al río Quilichao a futuro?**

Esta pregunta fue abierta, a lo que el 100% de las personas entrevistadas afirmaron que lo que más anhelan ellos es ver el río Quilichao con más caudal, puesto que según ellos el caudal del río 20 años atrás no es tan significativo comparado con lo que hoy es, desean que también se implementen más jornadas de reforestación porque esto puede ayudar a conservar la profundidad de las cuencas hídricas y a conservar la flora y fauna.

## **8. Conclusiones y recomendaciones**

### **8.1 Conclusiones**

- ✓ Se logró realizar el análisis de calidad de agua del río Quilichao por medio de la toma de temperatura, potencial hidrógeno, demanda química de oxígeno y oxígeno disuelto en tres puntos específicos a lo largo del río.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de calidad de agua se puede concluir que el río no se encuentra altamente contaminado lo que permite que este afluente se pueda usar para diferentes actividades, aunque para el consumo humano requiere de un tratamiento adecuado. Sin embargo, la información secundaria indica que hay contaminación que no es controlada ni está documentada, lo que a futuro podría comprometer la cantidad y calidad del río Quilichao.

En última instancia se visitó a la comunidad aledaña al río Quilichao específicamente en la vereda de San Pedro, donde puerta a puerta se llevó a cabo la solución a 20 encuestas conformadas por 10 preguntas de selección múltiple y una abierta, en la cual se verifico, analizo y determino lo siguiente: un 100% de las personas encuestadas desean que el río vuelva a tomar su caudal de hace aproximadamente 10 años, se conoció que las autoridades ambientales según un 90% de los encuestados no están al cuidado y protección del río y quienes están a cargo de esta labor son los cabildos indígenas aledaños.

- ✓ El presente proyecto aplicado permitió a las investigadoras abordar una problemática local, levantar información con las entidades competentes y evidenciar la falta de control y aún débil plan estratégico para la preservación de las cuencas hídricas del Departamento del Cauca, la cual es una situación común en muchas cuencas del país y por ende se espera que haya mayor control, estrategias de capacitación y educación ambiental tanto a usuarios de los sistemas de acueducto como a habitantes de la cuenca para disminuir la contaminación y preservar un mejor estado de la misma.

## 8.2 Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos después de una investigación y un análisis de calidad determinado en laboratorio con agua del río Quilichao se puede sugerir las siguientes recomendaciones:

- ✓ Los análisis fisicoquímicos arrojan resultados favorables para la investigación puesto que los datos obtenidos demuestran la poca cantidad de contaminantes que tiene este importante río, razón por la cual se hace necesario seguir incentivando a sus pobladores para que sigan conservándolo.
- ✓ Según las encuestas realizadas hay varias inconformidades por parte de los pobladores de la vereda San Pedro es por ello que se recomienda a los entes territoriales y a las autoridades ambientales del municipio como es Emquilichao y la CRC en dar capacitaciones, educar para una mejor conservación de la cuenca, realizar jornadas de limpieza en las orillas del río, etc.
- ✓ La tala y quema indiscriminada de bosques es una causa importante que ocasiona disminución del caudal por eso en asocio con la comunidad y la entidad encargada se recomienda realizar jornadas de reforestación en la zona de nacimiento del afluente.
- ✓ Es importante realizar seguimiento, investigación muy detallada en los alrededores de la cuenca ya que hay versiones de algunos pobladores que se está presentando minería ilegal y esto es muy perjudicial para los habitantes ya que ésta agua es la fuente de abastecimiento del sector.
- ✓ En la investigación realizada se pudo verificar que el río Quilichao no cuenta con estudios preliminares que hayan sido importantes para poder realizar estudios comparativos con los resultados obtenidos por eso se recomienda a la entidad Emquilichao que es la encargada del acueducto y del abastecimiento de los pobladores que realicen estudios más profundos o determinen otros parámetros físicos, químicos, y microbiológicos para poder determinar si hay algún tipo de contaminante que pueda ocasionar problemas de salubridad.
- ✓ Se recomienda a las autoridades ambientales competentes trabajar

mancomunadamente con los cabildos indígenas del sector teniendo en cuenta que estos son los que se han apropiado del cuidado y protección de la reserva desde el nacimiento hasta la zona media del río.



## Bibliografía

- Barrenechea, a. (s.f.). *ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA*. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Begueria, S. (s.f.). *CEUPE*. Obtenido de el agua sus características y propiedades: <https://www.ceupe.com/blog/el-agua-sus-caracteristicas-y-propiedades.html>
- Bendita, a. (2016). *Colombia nunca habia sufrido por agua*. Obtenido de <http://especiales.semana.com/agua-bendita/introduccion.html>
- Bogotá, R. L. (10 de marzo de 1998). *Decretos*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1327>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, j., & Díaz, D. (2014). *Indicadores de la calidad del agua: evolucion y tendencias a nivel global*. Obtenido de <https://www.google.com.co/search?q=M.+Castro%2C+J.+Almaida%2C+J.+Ferrer+y+D.+D%C3%ADaz%2C+%E2%80%9CIndicadores+de+la+calidad+del+agua%3A+evoluci%C3%B3n+y+tendencias+a+nivel+global%E2%80%9D.+Ingenier%C3%ADa+Solidaria%2C&oq=M.+Castro%2C+J.+Almaida%2C+J.+Fer>
- Chaparro, L. R., Cuervo, M. P., Gomes, J., & Toro, M. A. (s.f.). *Emisiones al ambiente en Colombia*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap13.pdf>
- CONPES. (2002). *Consejo Nacional de Política económica y social*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3177%20-%202002.pdf>
- CVC. (s.f.). *Todos por un nuevo país*. Obtenido de [www.crc.gov.co/index.php/145-mas-de-2000-hectareas-fueron-reforestadas-en-el-departamento-del-cauca](http://www.crc.gov.co/index.php/145-mas-de-2000-hectareas-fueron-reforestadas-en-el-departamento-del-cauca)
- GACETA, L. (24 de marzo de 2015). *la Gaceta*. Obtenido de la importancia de proteger los recursos hídricos: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/631212/opinion/importancia-proteger-recursos-hidricos.html>
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Obtenido de [http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)
- IGAC. (s.f.). *Instituto Geografico Agustin Codazzi*.
- Industrial, M. (20 de febrero de 2015). *Análisis, comparativas y relaciones entre la DBO, DQO, COT*.
- Mendoza, A. H. (enero de 2018). *PLAN DE DESARROLLO 2016-2019*. Obtenido de INFORME DE GESTIÓN 2017.

- Minambiente. (10 de septiembre de 2018). *Gestión Integral del Recurso Hídrico*.
- MINAMBIENTE. (2018). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1958-sistema-de-informacion-del-recurso-hidrico-sirh>
- ONU-DAES), d. d. (22 de OCTUBRE de 2014). *DECENIO INTERNACIONAL PARA LA ACCION EL AGUA FUENTE DE VIDA 2005-2015*. Obtenido de <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Perez, C., Leon, F. M., & Delgadillo, G. R. (mayo de 2013). *Tratamiento de aguas*. Obtenido de Manual de laboratorio: [http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo\\_editorial/comite\\_editorial/manuales/tratamientodeaguas\\_manualprac.pdf](http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/fondo_editorial/comite_editorial/manuales/tratamientodeaguas_manualprac.pdf)
- Perlaza, D. I., & Gonzales, J. C. (s.f.). *MUNICIPIO DE SANTANDER DE QUILICHAO*. Obtenido de INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO.
- Perlaza, d. (s.f.). *municipio santander de quilichao*. Recuperado el 8 de agosto de 2018, de informacion del municipio: <http://santanderdequilichao-cauca.gov.co/Transparencia/BancoDocumentos/Informaci%C3%B3n%20General%20del%20Municipio%20de%20Santander%20de%20Quilichao.pdf>
- R&R. (2014). *contaminacion de rios en colombia*. Obtenido de <http://www.ringenieria.com/blog1/34-contaminaci%C3%B3n-de-r%C3%ADos-en-colombia.html>
- Rodriguez, P. (2011). *Laboratorio de quimica general*. Obtenido de Determinacion de oxigeno disuelto en agua : <https://puraquimica.files.wordpress.com/2011/07/prc3a1ctica-6-qg-oxc3adgeno-disuelto.pdf>
- Samboni, N. E., Carbajal, Y., & Escobar, J. C. (2007). *Ingeniería e Investigación*. Obtenido de Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua.
- Sela, G. (s.f.). *smart fertilicer managment*. Obtenido de el pH del agua: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/pH-alkalinity>
- SEMANA. (15 de diciembre de 2017). *Esto es lo que contamina nuestras fuentes hídricas*.
- semana, r. (2016). *especiales revista semana* . Obtenido de agua bendita : <http://especiales.semana.com/agua-bendita/introduccion.html>
- Urrutia, D. A. (26 de febrero de 2013). *El Rio Quilichao recurso hídrico de Santander de Quilichao*.
- Vasquez, E. (21 de agosto de 2017). *ecosiglos*. Obtenido de Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones.

Wikipedia, c. d. (18 de mayo de 2018). *wikipedia* . Obtenido de santander de quilichao:  
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Santander\\_de\\_Quilichao&oldid=107693006](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Santander_de_Quilichao&oldid=107693006)

# **ANEXOS**

*Anexo 1 formato de encuesta aplicada a la comunidad aledaña al río Quilichao*

**NOMBRE:**

**CC:**

**OCUPACIÓN:**

**1. Por qué Usted cree que el río Quilichao es importante?**

1. Sirve para desechar basuras
2. Sirve para desechar agua de baños y cocinas
3. Es el río más importante porque es la fuente de abastecimiento de la población
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

**2. Cuáles son las medidas más importantes que Usted considera para proteger el río Quilichao?**

1. No arrojar basuras
2. No verter aguas sucias
3. Sembrar árboles
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

**3. Por qué cree usted que es importante la reforestación de la cuenca río Quilichao?**

1. Ayuda a la supervivencia de los animales
2. Contribuye para que haya nacimiento de agua
3. Sirve para evitar sequías
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

**4. Usted conoce casos de contaminación por minería en el río Quilichao?**

1. Si
2. No

Si marco sí indique cuales: \_\_\_\_\_

**5. ¿Usted cree que las autoridades competentes (CRC, EMQUILICHAO) están al cuidado de la cuenca río Quilichao?**

1. Algunas veces
2. Siempre
3. Nunca

**6. En su familia toman medidas para evitar la contaminación del agua?**

1. Algunas veces
2. Siempre
3. Nunca

Si marco siempre o algunas veces indique cuales medidas: \_\_\_\_\_

**7. Su comunidad es orientada por la entidad ambiental del municipio para evitar y minimizar la contaminación del río?**

1. Algunas veces
2. Siempre
3. Nunca

**8. Participa en jornadas de limpieza en el río Quilichao?**

1. Algunas veces
2. Siempre
3. Nunca

**9. ¿Que considera usted que ha venido deteriorando el río en los últimos años?**

1. Los vertimientos generados por las granjas
2. El turismo
3. La minería
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

**10. ¿Cómo desea ver al río Quilichao a futuro?**

*Anexo 2 Encuesta Aplicada a la Señora Vivian Guasaquillo*



**PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RÍO QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER CAUCA**

NOMBRE: Vivian Guasaquillo  
CC: 34602642  
OCUPACIÓN: Comerciante independiente

1. Por qué Usted cree que el río Quilichao es importante?

1. Sirve para desechar basuras
2. Sirve para desechar agua de baños y cocinas
3. Es el río más importante porque es la fuente de abastecimiento de la población
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

2. Cuáles son las medidas de protección más importantes que Usted considera para proteger el río Quilichao?

1. No arrojar basuras
2. No verter aguas sucias
3. Sembrar árboles
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

3. Por qué cree usted que es importante la reforestación de la cuenca río Quilichao?

1. Ayuda a la supervivencia de los animales
2. Contribuye para que haya nacimiento de agua
3. Sirve para evitar sequías
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

4. Usted conoce casos de contaminación por minería en el río Quilichao?

1. Si
2. No

Si marco sí indique cuales: Explotación de minas voreda el cerro y aurora

**PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA  
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RÍO  
QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER CAUCA**

5. ¿Usted cree que las autoridades competentes (CRC, EMQUILICHAO) están al cuidado de la cuenca río Quilichao?

- ☒ 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca

6. En su familia toman medidas para evitar la contaminación del agua?

- 1. Algunas veces
- ☒ 2. Siempre
- 3. Nunca

Si marco siempre o algunas veces indique cuales medidas: no arrojar basuras, pendientes de que la gente no contamine

7. Su comunidad es orientada por la entidad ambiental del municipio para evitar y minimizar la contaminación del río?

- ☒ 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca

8. Participa en jornadas de limpieza en el río Quilichao?

- 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- ☒ 3. Nunca

9. ¿Que considera usted que ha venido deteriorando el río en los últimos años?


- 1. Los vertimientos generados por las granjas
- 2. El turismo
- 3. La minería
- ☒ 4. Todas las anteriores
- 5. Ninguna de las anteriores

10. ¿Cómo desea ver al río Quilichao a futuro?

Con más caudal.



**Anexo 3 Encuesta Aplicada Ana Santana**

  
UNAD  
Universidad Nacional  
Abierta y a Distancia

**PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RÍO QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER CAUCA**

NOMBRE: Ana Santana  
CC: 31.522411  
OCUPACIÓN: Ama de casa.

1. Por qué Usted cree que el río Quilichao es importante?

1. Sirve para desechar basuras
2. Sirve para desechar agua de baños y cocinas
- ☒ 3. Es el río más importante porque es la fuente de abastecimiento de la población
4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

2. Cuáles son las medidas de protección más importantes que Usted considera para proteger el río Quilichao?

1. No arrojar basuras
2. No verter aguas sucias
3. Sembrar árboles
- ☒ 4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

3. Por qué cree usted que es importante la reforestación de la cuenca río Quilichao?

1. Ayuda a la supervivencia de los animales
2. Contribuye para que haya nacimiento de agua
3. Sirve para evitar sequías
- ☒ 4. Todas las anteriores
5. Ninguna de las anteriores

4. Usted conoce casos de contaminación por minería en el río Quilichao?

- ☐ 1. Si
- ☒ 2. No

Si marco sí indique cuales: \_\_\_\_\_

PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA  
DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RIO  
QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER CAUCA

5. ¿Usted cree que las autoridades competentes (CRC, EMQUILICHAO) están al cuidado de la  
cuenca río Quilichao?

- 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca

6. En su familia toman medidas para evitar la contaminación del agua?

- 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca

Si marco siempre o algunas veces indique cuales medidas: recoger basuras

7. Su comunidad es orientada por la entidad ambiental del municipio para evitar y minimizar  
la contaminación del río?

- 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca

8. Participa en jornadas de limpieza en el río Quilichao?

- 1. Algunas veces
- 2. Siempre
- 3. Nunca


9. ¿Que considera usted que ha venido deteriorando el río en los últimos años?

- 1. Los vertimientos generados por las granjas
- 2. El turismo
- 3. La minería
- 4. Todas las anteriores
- 5. Ninguna de las anteriores

10. ¿Cómo desea ver al río Quilichao a futuro?

Mas limpio

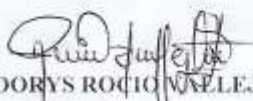
**Anexo 4** Listado de personas encuestadas

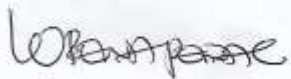
  
 Universidad Nacional  
 PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA  
 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RÍO QUILCHAO DEL MUNICIPIO DE  
 SANTANDER CAUCA

VEREDA: San Pedro FECHA: 16 agosto de 2018

NOMBRES	CC	OCUPACIÓN	FIRMA
1. James Tobar	10495207	Independiente	James Tobar
2. Wilson Pechene	10486375	Independiente	Wilson Pechene
3. Orlando Quintero	10472205	Coordinador guardia indígena	Orlando Quintero
4. Janier Vera	106227963	Apudante de construcción	Janier Vera
5. Julio Cesar Villa	4761764	Independiente	Cesar Villa
6. Vivian Guasagulo	34602642	Independiente	Vivian Guasagulo
7. Marisol Guasagulo	34615112	Art. experimenta	Marisol Guasagulo
8. Yesica Lucumi	1062303290	Independiente	Yesica Lucumi
9. Cesar Augusto Rojas	106146156	Operario	Cesar Augusto Rojas
10. Blanca Perdomo	1010152483	Amadora de casa	Blanca Perdomo
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			

ESTUDIANTES:

  
 DORYS ROCÍO VALLEJOS M

  
 MARTHA LORENA PEÑA



Universidad Nacional

PROYECTO APLICADO ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUAS ENFOCADO EN LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO EN EL RÍO QUILICHAO DEL MUNICIPIO DE SANTANDER CAUCA

VEREDA: San Pedro

FECHA 16 agosto de 2018

NOMBRES	CC	OCUPACIÓN	FIRMA
1. Alfonso Ortega	5286656	Independiente	<i>Alfonso</i>
2. Hernán Ortega	5287239	Independiente	<i>Hernán Ortega</i>
3. <del>Eda Moreno</del>	<del>5287239</del>	<del>Comerciante</del>	<del>Eda Moreno</del>
4. Ana Felisa Santana	31522433	Amadora	<i>Ana F. Santana</i>
5. Martha Lucía Hoyos Santana		Oficios Varios	<i>Martha Hoyos</i>
6. Rubiela Trejos	41309568	Amadora	<i>Rubiela</i>
7. Jorge Zapata	10497875	Pintor	<i>Jorge Zapata</i>
8. John Mila	1062182878	Oficios Varios	<i>John A. Mila</i>
9. Juan Segura	6254338	Oficios Varios	<i>Juan F. Segura</i>
10. Diego Chocue	10484591	Oficios Varios	<i>Diego Chocue</i>
11. Bernarditacampo	31894256	Amadora	<i>Bernardita campo</i>
12.			
13.			
14.			
15.			


ESTUDIANTES:

*Doris Rocío Velejos M*  
DORIS ROCÍO VELEJOS M


*Martha Lorena Peña*  
MARTHA LORENA PEÑA



**Anexo 5** Certificado de análisis de laboratorio para las muestras de agua de la parte alta del río Quilichao



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGIA,  
METEOROLOGIA Y  
SISTEMAS AMBIENTALES  
Laboratorio Acreditado  
Hacia Aire y Ruido  
Rev. 0017, Abril 12/2018



**HIDROAMBIENTAL LTDA.**  
Ingeniería y Laboratorio de Aguas

• Redes Hidrosanitarias  
• Acueductos y Alcantarillados  
• Sistema de Tratamiento de Aguas  
• Consultoría Ambiental

• Laboratorio Ambiental  
• Análisis de Calidad de Agua  
• Monitoreo de la Calidad del Aire y Ruido  
• Caracterización de Residuos Sólidos

Fecha de Elaboración: 19-07-2018  
Orden de Servicio No.FT-VT-004-4|2-1.8

FT-LS-003  
Página 1 de 3


**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

No. DE LABORATORIO/ No. DE INFORME  
SOLICITADO POR  
PROCEDENCIA  
MUNICIPIO  
CLASE DE AGUA  
PUNTO DE MUESTREO  
FECHA DE MUESTREO  
FECHA DE RECEPCIÓN  
RESPONSABLE DEL MUESTREO

R-492-2018  
SRA. ROCIO VALLEJO  
RIO QUILICHAO  
SANTANDER DE QUILICHAO-(CAUCA)  
CRUDA SUPERFICIAL  
PARTE ALTA (NACIMIENTO)  
JULIO 12 DE 2018  
JULIO 12 DE 2018  
CLIENTE


RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA				
PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	METODO UTILIZADO BASADO EN EL STANDARD METHODS (SM) (EDICION 22-2012)-O EPA	FECHA REALIZACION ANALISIS	CONCENTRACION MUESTRA
DQO <sup>mg</sup>	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5220 B. METODO DE REFLUJO ABIERTO, TITULOMETRICO	18-07-18	MENOR DE 16
OXIGENO DISUELTO <sup>mg</sup>	mg O <sub>2</sub> /L	SM 4500 O. G METODO DE ELECTRODO DE MEMBRANA	12-07-18	5,98

<sup>mg</sup> = Parámetro acreditado

Revisó   
CLAUDIA PATRICIA HERRERA CHATE  
Química P.Q 5477  
Directora Técnica del Laboratorio


Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada  
Este informe no puede reproducirse sin la aprobación de **HIDROAMBIENTAL LTDA.**

Fin del Documento


Aprobó   
ING. CLAUDIA JIMENA CABRERA  
Ingeniera Sanitaria y Ambiental (Esp)  
Gerente Técnico

Carrera 45 No. 5A-24 - Cali - Colombia • Teléfonos: 554 8232 - 554 8226 - 404 7208  
gerencia@hidroambiental.com • proyectos@hidroambiental.com • www.hidroambiental.com

**Anexo 6** Certificado de análisis de laboratorio para las muestras de agua de la parte media del río Quilichao



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
EVOLUCIÓN AMBIENTAL  
Laboratorio Acreditado  
Metro Air y Ruido  
Res. 1857 (Am) 12/2013



**HIDROAMBIENTAL LTDA.**  
Ingeniería y Laboratorio de Aguas

- Redes Hidrosanitarias
- Acueductos y Alcantarillados
- Sistema de Tratamiento de Aguas
- Consultoría Ambiental

- Laboratorio Ambiental
- Análisis de Calidad de Agua
- Monitoreo de la Calidad del Aire y Ruido
- Caracterización de Residuos Sólidos

Fecha de Elaboración: 19-07-2018  
Orden de Servicio No FT-VT-004-412-JB

FT-LS-003  
Página 2 de 3

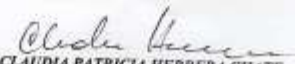
**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

No. DE LABORATORIO/ No. DE INFORME  
SOLICITADO POR  
PROCEDENCIA  
MUNICIPIO  
CLASE DE AGUA  
PUNTO DE MUESTREO  
FECHA DE MUESTREO  
FECHA DE RECEPCIÓN  
RESPONSABLE DEL MUESTREO

R-493-2018  
SRA. ROCIO VALLEJO  
RIO QUILICHAO  
SANTANDER DE QUILICHAO (CAUCA)  
CRUDA SUPERFICIAL  
PARTE MEDIA (ZONA RURAL)  
JULIO 12 DE 2018  
JULIO 12 DE 2018  
CLIENTE


RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA				
PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	METODO UTILIZADO BASADO EN EL STANDARD METHODS (SM) (EDICION 22-2012)-O EPA	FECHA REALIZACION ANALISIS	CONCENTRACION MUESTRA
DQO *	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5220 B. METODO DE REFLUJO ABIERTO, TITULOMETRICO	18-07-18	MENOR DE 16
OXIGENO DISUELTO*	mg O <sub>2</sub> /L	SM 4500 O. G METODO DE ELECTRODO DE MEMBRANA	12-07-18	6,61

\*= Parámetro acreditado

Revisó   
CLAUDIA PATRICIA HERRERA CHATE  
Química P.Q 5477  
Directora Técnica del Laboratorio


Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.  
Este informe no puede reproducirse sin la aprobación de **HIDROAMBIENTAL LTDA.**

Fin del Documento


Aprobó   
ING. CLAUDIA XIMENA CABRERA  
Ingeniera Sanitaria y Ambiental (Esp)  
Gerente Técnico

Carrera 45 No. 5A-24 - Cali - Colombia • Teléfonos: 554 8232 - 554 8226 - 404 7208  
gerencia@hidroambiental.com • proyectos@hidroambiental.com • www.hidroambiental.com

**Anexo 7** Certificado de análisis de laboratorio para las muestras de agua de la parte baja del río Quilichao



**IDEAM**  
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,  
METEOROLOGÍA Y  
ESTUDIOS AMBIENTALES  
Laboratorio Acreditado  
Ministerio de Ambiente  
Res. 0857 del 12/2018



**HIDROAMBIENTAL LTDA.**  
Ingeniería y Laboratorio de Aguas

- Redes Hidrosanitarias
- Acueductos y Alcantarillados
- Sistema de Tratamiento de Aguas
- Consultoría Ambiental

- Laboratorio Ambiental
- Análisis de Calidad de Agua
- Monitoreo de la Calidad del Aire y Ruido
- Caracterización de Residuos Sólidos

Fecha de Elaboración: 19-07-2018  
Orden de Servicio No. FT-IT-004-412-LB

FT-LS-003  
Página 3 de 3

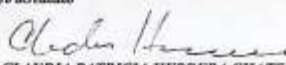
**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**

No. DE LABORATORIO/ No. DE INFORME  
SOLICITADO POR  
PROCEDENCIA  
MUNICIPIO  
CLASE DE AGUA  
PUNTO DE MUESTREO  
FECHA DE MUESTREO  
FECHA DE RECEPCIÓN  
RESPONSABLE DEL MUESTREO

R-494-2018  
SRA. ROCÍO VALLEJO  
RÍO QUILCHAO  
SANTANDER DE QUILCHAO (CAUCA)  
CRUDA SUPERFICIAL  
PARTE BAJA (SALIDA MUNICIPIO)  
JULIO 12 DE 2018  
JULIO 12 DE 2018  
CLIENTE


RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICOS DE AGUA				
PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	METODO UTILIZADO BASADO EN EL STANDARD METHODS (SM) (EDICION 22-2012)-O EPA	FECHA REALIZACION ANALISIS	CONCENTRACION MUESTRA
DQO <sup>mg</sup>	mg O <sub>2</sub> /L	SM 5220 B. METODO DE REFLUJO ABIERTO, TITULOMETRICO	18-07-18	MENOR DE 16
OXIGENO DISUELTO <sup>mg</sup>	mg O <sub>2</sub> /L	SM 4500 O. G. METODO DE ELECTRODO DE MEMBRANA	12-07-18	5,14

<sup>mg</sup> = Parámetro acreditado

Revisó   
CLAUDIA PATRICIA HERRERA CHATE  
Química P.Q. 5477  
Directora Técnica del Laboratorio

Los anteriores resultados son válidos únicamente para la muestra analizada  
Este informe no puede reproducirse sin la aprobación de **HIDROAMBIENTAL LTDA.**

Fin del Documento

Aprobó   
ING. CLAUDIA JIMENA CABRERA N  
Ingeniera Sanitaria y Ambiental (Exp)  
Gerente Técnico

Carrera 45 No. 5A-24 - Cali - Colombia • Teléfonos: 554 8232 - 554 8226 - 404 7208  
gerencia@hidroambiental.com • proyectos@hidroambiental.com • www.hidroambiental.com